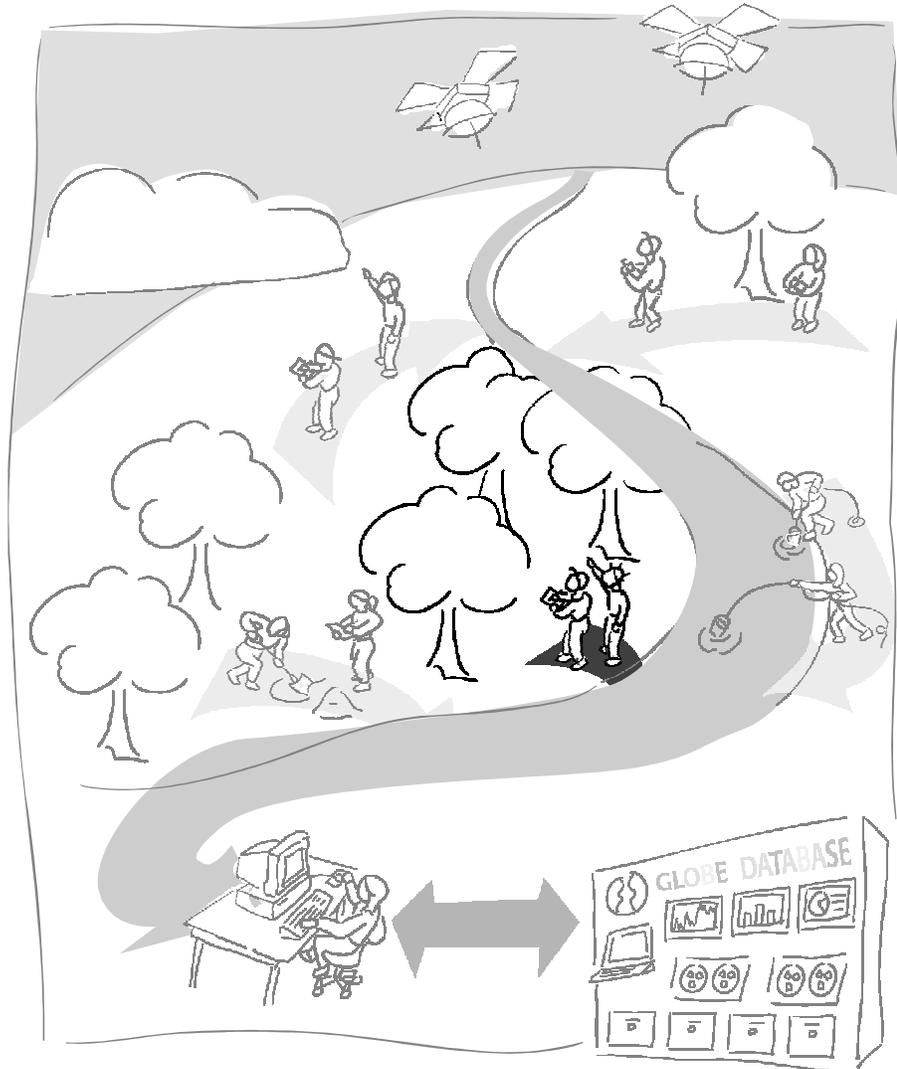


# Etude de la Couverture du sol et de la biologie



Une unité d'apprentissage GLOBE®



# Un aperçu de l'Etude de la couverture du sol et de la biologie

## Protocoles

### *Protocole d'identification de la couverture du sol*

Données collectées une seule fois pour chaque site : localisation GPS, photographies, classification de la couverture du sol.

### *Protocole de Biométrie*

Données collectées une seule fois pour déterminer la classe de la couverture du sol d'un site test ou plus souvent pour caractériser l'évolution de la biomasse au cours du temps : couvert forestier et couverture du sol, hauteur des arbres, arbustes, graminées, végétation dominante et co-dominante.

### *Protocole de cartographie manuelle de la couverture du Sol et de cartographie de la couverture du sol assistée par ordinateur.*

Utilisez-le une seule fois pour créer une carte des types de couverture du sol de votre site d'étude GLOBE et la mettre à jour.

### *Protocole de détection de changement de la couverture du sol*

Utilisez-le pour créer une carte qui illustre les changements qui sont apparus au cours du temps (sur quelques années) sur votre site d'étude GLOBE.

## Séquence des activités recommandée

**Note:** Certaines activités d'apprentissage sont conseillées avant de se lancer dans les protocoles.

Lisez l'*Introduction*, et spécialement la *logistique des mesures* et la *méthodologie conseillée*. Avec *Apprendre à connaître l'imagerie par satellite et le site d'étude GLOBE* et l'*activité d'apprentissage Etude su site de GLOBE*.

Fabriquez un densimètre et un clinomètre (voir *Instruments d'Investigations*).

Voyez comment mesurer avec des pas et utiliser une boussole, un densimètre, un clinomètre et un mètre en ruban (voir *Instruments de mesure*).

Exercez vous au *Protocole GPS* (voir au *chapitre GPS*) et au *Protocole de Biométrie*.

Choisissez des sites tests de couverture du sol sur votre site d'étude. (Voir *Sélection et mise en place du site d'échantillonnage*).

Effectuez l'*activité d'apprentissage Observation de terrain* - ceci introduit les concepts du système.

Effectuez l'*Activité d'Apprentissage de la Classification des Feuilles*. – ceci introduit les concepts de classification.

Exercez-vous avec le système MUC pour classifier la couverture du sol.

Effectuez le *Protocole de Couverture du Sol de Site Test* à chaque site test.

Effectuez l'*Odysée visuelle* – ceci introduit à la télédétection.

Effectuez soit la *Cartographie Manuelle : Un didacticiel pour Beverly, MA Image* (en *Annexe*) si vous utilisez une carte manuelle ou le *didacticiel de mesures non-supervisées* (dans le CD MultiSpec) si vous utilisez un ordinateur.

Effectuez le *Protocole de cartographie de la couverture du sol manuel* ou *assisté par ordinateur* en utilisant l'image satellite de votre Site d'Etude GLOBE.

Effectuez l'*activité d'apprentissage Estimation de l'exactitude :les becs des oiseaux* – qui introduit l'évaluation de l'exactitude des mesures.

Effectuez le *Didacticiel de pertinence des hypothèses* en *Appendice* pour analyser l'exactitude de votre carte de couverture du sol.

Effectuez le *Protocole de Détection des Changements de Couverture du Sol*.

Effectuez l'*Activité Zone de Découverte* -utilise les images satellites et les cartes créées par les étudiants.

Effectuez l'*Activité d'apprentissage d'analyse des données GLOBE de couverture du sol* – énumère les données de couverture du sol utilisées dans d'autre activités GLOBE.

# Sommaire

## **Introduction**

Présentation générale .....	Introduction 1
Pourquoi étudier la couverture du sol .....	Introduction 2
Les scientifiques ont besoin des données GLOBE .....	Introduction 5
Objectifs pédagogiques .....	Introduction 5
Logistique des mesures des mesures .....	Introduction 10
Suggestion de méthodologie .....	Introduction 14
Coup d'oeil sur les protocoles .....	Introduction 13
Considérations pour la mise en application .....	Introduction 19

## **Protocoles**

Sélection et mise en place du site d'échantillonnage
Instruments de mesure
Protocole d'identification de la couverture du sol
Protocole de biométrie
Protocole de cartographie manuelle de la couverture du sol
Protocole de cartographie de la couverture du sol assistée par ordinateur
Protocole de détection de changement de couverture du sol
Protocole d'étude de combustible

## **Activités d'apprentissage \***

Familiarisation avec l'imagerie satellite et votre site d'étude GLOBE*
Observation de terrain*
Classification des feuilles*
Odyssée visuelle*
Estimation de l'exactitude : les becs des oiseaux*
Zone de découverte*
Utilisation des données GLOBE pour analyser la couverture du sol*

## **Appendice**

Feuille du clinomètre .....	Annexe 2
Table des tangentes .....	Annexe 3
Table des cosinus .....	Annexe 4
Exemples pratiques de classification MUC .....	Annexe 5
Cartographie manuelle:	
Didacticiel pour l'image de Beverly, MA, .....	Annexe 8

\* Voir la version électronique complète du *Guide du Professeur* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

Didacticiel d'estimation de la précision.....	Annexe 15
Fiche de relevé de données du site d'échantillonnage de la couverture du sol .....	Annexe 25
Fiche de relevé de données de la couverture du sol – Arbres .....	Annexe 26
Fiche de relevé de données de la couverture du feuillage et du sol .....	Annexe 28
Fiche de relevé de données de la taille des arbres, arbustes et graminoides .....	Annexe 30
Fiche de relevé de données techniques pour le clinomètre .....	Annexe 31
Fiche de relevé de données sur la circonférence des arbres .....	Annexe 37
Fiche de relevé de données sur la biomasse des graminoides .....	Annexe 38
Feuille de travail d'estimation de la précision.....	Annexe 39
Glossaire pour le système MUC .....	Annexe 40
Glossaire de la couverture du sol .....	Annexe 61

# Introduction

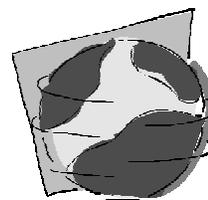
## Présentation générale

Les deux tiers de la Terre sont recouverts d'eau et le reste est occupé par les continents sur lesquels nous vivons. Avant que l'homme aille dans l'espace, il était impossible d'apprécier toute la beauté et la diversité de notre planète. Nous dépendons de ce que nous trouvons à la surface (et aussi de ce que nous trouvons un peu au dessus et un peu en dessous) pour vivre. Il est donc indispensable de cartographier et de surveiller constamment la surface de la Terre de manière à pouvoir la protéger et l'utiliser avec sagesse.

On appelle détection à distance le simple fait d'apprendre quelque chose sur un objet sans être en contact direct avec ce dernier. Nous sommes habitués à détecter à distance au quotidien que ce soit avec nos yeux, notre nez ou nos oreilles. Dans le passé, nous utilisions des photographies aériennes prises de montgolifières ou d'avions pour cartographier et surveiller la surface émergée de la Terre. Depuis ces dernières années, nous utilisons des images numériques obtenues grâce aux satellites orbitaux.

La détection à distance depuis l'espace a l'avantage considérable de pouvoir couvrir une très grande surface en très peu de temps, et de pouvoir revoir souvent une même surface. Certains détails qu'on peut observer au niveau du sol ne peuvent cependant pas être vus par un système de détection à distance. Il est donc très utile de collecter des données au niveau du sol provenant de différents sites, de manière à pouvoir compléter les données prises à distance pour une même zone. Il est impossible de se rendre partout sur la planète pour construire une carte de la surface terrestre. Nous prenons donc des échantillons de mesures – soit de véritables mesures au sol à certains endroits – et nous les associons aux observations obtenues grâce aux systèmes de détection à distance.

Les observations de la surface terrestre, obtenues grâce aux systèmes de détection à distance, se présentent, en général, sous la forme d'images numériques. Chaque élément de l'image est appelé pixel ou bien, tout simplement, élément d'image. La taille d'un pixel dépend de la résolution spatiale de l'instrument de détection qu'on utilise. La résolution spatiale est la taille du plus petit objet sur la photo qu'on arrive à distinguer de ce qu'il y a autour de lui.



Le programme GLOBE utilise les images du satellite Landsat Thematic Mapper (TM) qui dispose d'une résolution, ou d'une taille de pixel, de 30 m x 30 m. Voir Figure LAND-I-1.

La lumière est composée de différentes longueurs d'onde qu'on appelle généralement bandes. Le terme résolution spectrale correspond aux longueurs d'ondes lumineuses que les capteurs du satellite sont capables de mesurer. Nos yeux captent aussi différentes longueurs d'ondes lumineuses (qui correspondent aux couleurs), mais nous ne pouvons distinguer qu'une fraction plus réduite des longueurs d'onde. Nous ne distinguons que la portion visible du spectre des longueurs d'ondes lumineuses. Le nouveau satellite Landsat 7 Thematic Mapper a été amélioré par rapport au précédent satellite Landsat Thematic Mapper. Il peut distinguer 6 bandes – une bleue, une verte, une rouge, une proche de l'infrarouge, et deux dans la partie centrale de l'infrarouge – avec une résolution spatiale de 30 m x 30 m. Il peut aussi distinguer une bande située dans la partie thermique de l'infrarouge avec une résolution spatiale de 60 m x 60 m et avec une résolution spatiale de 15 m x 15 m, il distingue une bande panchromatique qui va du bleu jusqu'à la limite de infrarouge. Avec GLOBE, nous utilisons 5 des 6 premières bandes distinguées. Ce sont d'ailleurs les bandes que pouvaient détecter les instruments du satellite précédent Landsat Thematic Mapper. Si vous voulez davantage d'informations sur la détection à distance, vous pouvez lire la partie *Détection à distance* du *Guide d'implémentation*.

Les scientifiques qui s'occupent de la détection à distance utilisent des images satellites pour les aider à dessiner des cartes concernant les différents types de couverture du sol. « A quel point les cartes obtenues à partir d'informations prise à distance sont-elles bonnes ? » Il est difficile de répondre à cette question et c'est pourtant un problème important. Pour y répondre, il faut être capable d'obtenir une estimation précise des cartes obtenues à partir de la détection à distance et pour ce faire, il faut se rendre sur place, au sol, à des endroits appropriés, pour obtenir un échantillon représentatif de données. Ces données peuvent être ensuite comparées à celles obtenues à distance dans la même zone géographique et on peut ainsi déterminer la précision des cartes. De cette manière, on peut évaluer à quel point les cartes de la couverture du sol sont bonnes. Cette estimation est

très utile lorsqu'on doit prendre des décisions importantes liées à la couverture du sol de la Terre à partir de ces cartes.

Il est enfin important que les mesures prises au sol et que les cartes de détection à distance utilisent la même nomenclature. Qu'est-ce qu'une nomenclature ? Il s'agit d'une instance de classification, avec une liste d'étiquettes (correspondant aux types la couverture du sol), et à chaque étiquette, on a associé une définition. Comme le programme GLOBE est un programme international, il est important que la nomenclature choisie soit adaptée à chaque partie de la Terre. Pour le programme GLOBE, nous avons modifié un système largement accepté et développé par l'UNESCO (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – Organisation Educative, Scientifique et Culturelle des Nations Unies) qui prend en compte à la fois, la couverture naturelle et la couverture aménagée du sol par l'être humain. Nous avons appelé notre système « « Modified UNESCO Classification » (MUC) ou « système de Classification Modifiée de l'UNESCO ». Toutes les personnes du programme GLOBE l'utilisent aussi bien pour mettre des étiquettes sur les sites échantillons où des données ont été prises au niveau du sol que pour en mettre sur les cartes obtenues à partir de la détection à distance. Une carte cohérente et uniforme de couverture du sol peut donc être créée sur toute la planète et approuvée.

## Pourquoi étudier la couverture du sol?

Le terme couverture du sol est un terme général utilisé pour décrire ce qu'il y a sur le sol ou ce qui recouvre le sol. Il existe différents types de couverture du sol, et on utilise un terme différent à chaque fois pour décrire les différences que nous pouvons observer entre les différentes surfaces de la Terre. La couverture du sol peut inclure l'endroit où nous habitons (maisons ou appartements), l'endroit où nous travaillons et où nous produisons des biens et des services (zones rurales ou commerciales), ou bien ce qui nous permet de nous déplacer (routes, trains, ou aéroports). On utilise également ce terme couverture du sol pour décrire différents types d'habitats naturels, que ce soient, entre autres, les déserts, les forêts, les bois, les marécages, les glaciers ou les étendues d'eau. Toute créature vivante dépend pour sa survie de son habitat et de la couverture du sol pour y trouver un abri, de la nourriture et une protection. La couverture du sol a un effet direct sur les types d'animaux susceptibles d'habiter dans une zone en particulier. Les écologistes qui étudient les rapports entre les plantes et les animaux et leur environnement sont donc très intéressés par l'étude de la couverture du sol.

La couverture du sol peut influencer le temps, les propriétés du sol et la chimie de l'eau. Chaque type de couverture du sol est unique dans ses effets sur les flux d'énergie, sur l'eau et sur de nombreux éléments chimiques entre l'air et la surface du sol. Une couverture du sol naturelle, i.e qui ne résulte pas de l'activité humaine, est souvent un bon indicateur du type de climat dans cette région. On trouve par exemple des forêts sur le mont humid des montagnes, et sur l'autre mont, là où il n'y a que des ombres de pluie, on trouve des arbustes. Dans les régions côtières où le brouillard est fréquent, les plantes qui ont poussé ont modifié au cours du temps la composition du sol. La couverture du sol dans ce genre de région se compose d'un ensemble d'arbres, d'arbustes, et d'autres plantes significatives des endroits brumeux. Les forêts tropicales créent même leur propre climat avec des averses de pluie quotidiennes. Dans le désert, les plantes capables de s'adapter aux conditions sèches prédominent sur le sol.

Savoir quel est le type la couverture du sol d'une région nous aide à comprendre le climat local. Pour les scientifiques qui étudient l'atmosphère, le sol, ou l'hydrologie, le type la couverture du sol autour de la zone où ils prennent leurs mesures est un élément important dans leur étude. On appelle souvent ce type

d'information *métadonnées* et cela permet de placer dans un contexte les données collectées par les scientifiques et les étudiants sur ce site, et de pouvoir ainsi les évaluer. Cependant, pour les scientifiques chargés de l'étude de la couverture du sol, les données relatives à la couverture du sol représentent bien plus que cela.

## Cartographie

Les données recueillies sur les sites échantillons de la couverture du sol où des personnes se sont rendues aident les scientifiques chargés de la couverture du sol à créer des cartes de couverture du sol et mettre des légendes dessus à partir des images satellites et des photographies aériennes. Tous les sites échantillons au niveau du sol, supplémentaires et indépendants, aident à vérifier le degré de précision des cartes. Des données qui proviennent des sites échantillons au sol comme des observations biométriques détaillées (les dimensions des choses vivantes) aident les scientifiques qui étudient les systèmes sur Terre à améliorer leur capacité à interpréter les images satellites.

## Surveillance

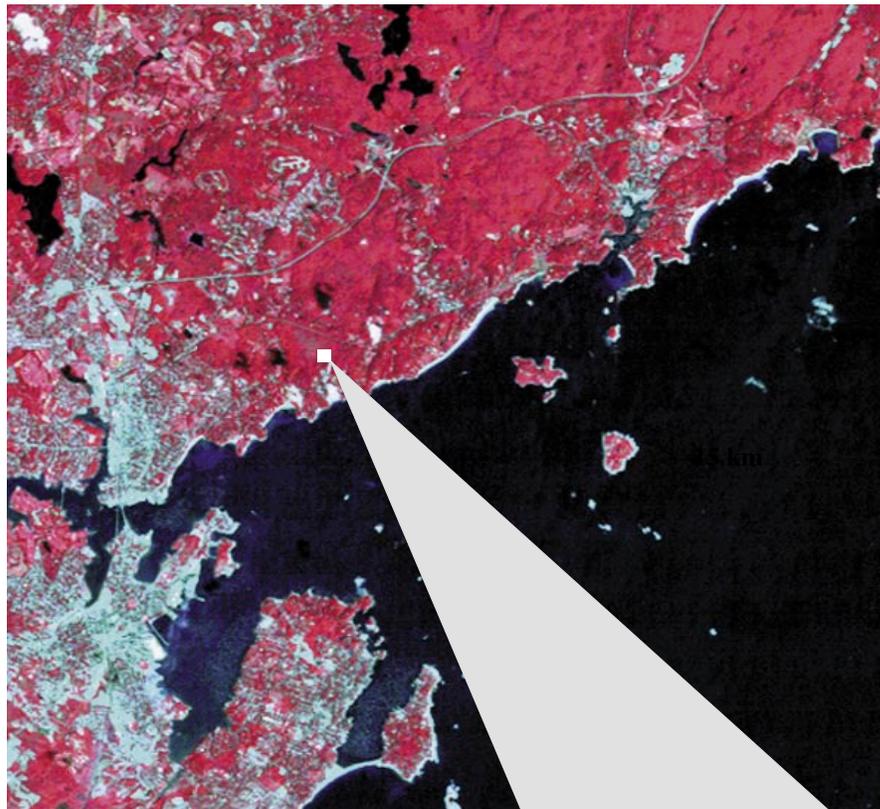
On utilise les cartes de couverture du sol pour surveiller les espèces menacées de plantes, d'animaux et d'habitats, le développement économique, l'utilisation qui est faite des terres, la gestion du combustible, celle des terres cultivées, la disparition des marécages, les effets des changements de l'environnement sur les écosystèmes et surveiller d'autres modifications de la couverture du sol au cours du temps. La liste des différentes utilisations des cartes s'allonge dès que les scientifiques ont accès à des données justes et précises sur la couverture du sol.

Les données biométriques collectées au sol aident les scientifiques à surveiller les quantités de nutriments, d'eau et de gaz dans la végétation. C'est très utile pour comprendre les cycles qui existent sur Terre, notamment : le cycle des nutriments, le cycle de l'énergie, et le cycle de l'eau. La couverture du sol influence ces cycles de beaucoup de manières différentes. Par exemple, comment les radiations solaires, qui sont réfléchies par le sol et par la végétation, affectent les comportements des climats locaux et dans le monde. Surveiller les caractéristiques de la couverture du sol permettra d'avoir d'avantage d'informations pour comprendre les systèmes écologiques mondiaux, puisque la couverture du sol est un paramètre important qui intervient dans de nombreux systèmes. Les plantes font partie du cycle des nutriments et de celui de l'eau. Elles peuvent être utilisées comme indicateurs pour surveiller ces systèmes. Les données issues de la détection à

distance qui permettent de faire la distinction entre différents types de végétation peuvent être utilisées pour déterminer la densité et la bonne santé des plantes, mais ces données ont besoin d'être complétées par des observations au sol pour quantifier et étalonner ces relations.

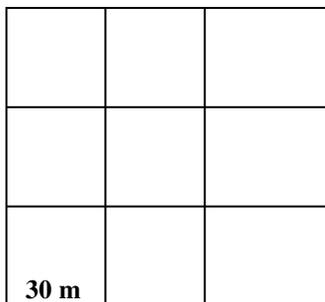
Figure LAND-I-1: Exemple d'Image Satellite

Image Satellite de Beverly, MA en fausses couleurs

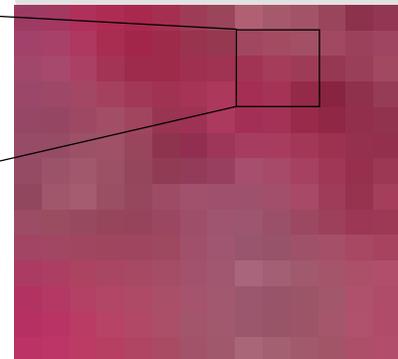


Beverly, MA, USA

15 km



Zone de 3 pixels par 3 pixels  
(Équivalent à 90 m x 90 m)



Sous-ensemble de l'image principale

Au fur et à mesure que vous zoomez sur une zone de 15 km x 15 km, les pixels (qui mesurent 30 m x 30 m) deviennent visibles. Dans l'étude Occupation du sol/Biologie, les étudiants prennent des mesures sur le terrain sur des sites qui mesurent 90 m x 90 m (équivalent à 3 pixels x 3 pixels)

# Les scientifiques ont besoin des données GLOBE

Les scientifiques recueillent des données au sol pour en apprendre le plus possible sur la Terre. Les scientifiques qui étudient les systèmes terrestres aimeraient bien avoir des informations pour chaque endroit de la Terre. Plus ils ont de données, et mieux c'est. En pratique, il n'est possible de recueillir des données que pour un nombre limité d'endroits. La détection à distance permet de faire une moyenne entre les observations et les mesures au sol d'un côté et des points de vue plus larges qu'ils soient régionaux ou mondiaux. Les données au sol sont nécessaires pour en savoir d'avantage sur les zones où sont prises les données et pour valider (i.e comparer avec) les cartes générées à partir des données provenant de la détection à distance. Dans une école associée au programme GLOBE, les étudiants peuvent apporter une contribution significative à nos réserves limitées de données prises au sol. Il n'y a aucun autre groupe dans le monde qui recueille un jeu de données aussi uniforme que le nôtre. Les écoles GLOBE fournissent donc des informations uniques et très précieuses qui vont aider les scientifiques à mieux comprendre la Terre. Grâce aux protocoles *Cartographie de la couverture du sol et étude biologique* et *Protocole de recueillement de données*, les étudiants GLOBE vont aider de manière significative les sciences qui cherchent à expliquer les systèmes sur Terre. Ils vont en même temps développer leurs propres connaissances et leur compréhension des phénomènes scientifiques, des systèmes écologiques et de leur environnement autour.

## Objectifs pédagogiques

Les étudiants qui participent aux activités présentées dans ce chapitre devraient développer leur capacité à mener une recherche scientifique ainsi que leur compréhension de nombreux concepts scientifiques. Ils devraient aussi entre autres utiliser de nombreux instruments spécifiques et des techniques de prise en mesure, ainsi que des techniques d'analyse des données et des approches générales pour mener une recherche. Les capacités à mener une recherche scientifique listées dans la partie grisée sont basées sur le fait que le professeur aura complété le protocole, en incluant la partie Examen des données. Si cette partie n'est pas vue, toutes les Capacités à mener une recherche scientifique ne seront pas couvertes. Les concepts scientifiques inclus sont exposés brièvement dans les Niveaux nationaux

Américains d'éducation scientifique comme étant recommandés par le Conseil national Américain pour la recherche, et cela inclut les concepts liés à la Terre et à l'espace, la physique et les sciences de la vie. Les concepts géographiques proviennent des Niveaux Géographiques Nationaux préparés par le Projet de niveaux nationaux d'éducation. Les concepts d'enrichissements additionnels spécifiques aux mesures de la couverture du sol et à la cartographie ont également été inclus. La partie grise au début de chaque protocole ou bien la partie Activité d'apprentissage donne la clé des concepts scientifiques et des capacités à mener une recherche scientifique qui sont couvertes. Les tableaux qui suivent fournissent un résumé des concepts et des capacités couverts et indiquent dans quels protocoles ou activités d'apprentissage ils sont vus.

	Basic Protocols		
	Sample Site	Biometry	Manual Map.
<b>National Science Education Standards</b>			
<b>Physical Science Concepts</b>			
<b>Properties of Objects and Material (K–4)</b>			
Objects have observable properties	■	■	
<b>Position and Motion of Objects (K–4)</b>			
Position of objects can be described by locating it relative to another object	■		
<b>Life Science Concepts</b>			
<b>The Characteristics of Organisms (K–4)</b>			
Earth has many different environments that support different combinations of organisms	■	■	
<b>Organisms and their Environments (K–4)</b>			
Organisms' functions relate to their environment			
Organisms change the environment in which they live		■	
Humans can change natural environments			
<b>Structure and Function of Living Systems (5–8)</b>			
Ecosystems demonstrate the complementarity nature of structure and function			
<b>Regulation and Behavior (5–8)</b>			
All organisms must be able to obtain and use resources while living in a constantly changing environment			
<b>Populations and Ecosystems (5–8)</b>			
All populations living together and the physical factors with which they interact constitute an ecosystem	■	■	
<b>The Interdependence of Organisms (9–12)</b>			
Humans can change ecosystem balance			
<b>Geography Concepts</b>			
<b>How to Use Maps (real and imaginary (K–4))</b>	■		
<b>The Physical Characteristics of Place (K–4)</b>	■	■	
<b>The Characteristics and Spatial Distribution of Ecosystems (K–12)</b>	■	■	■
How humans modify the environment			■

Advanced Protocols		Learning Activities						
Computer-Aided Mapping	Land Cover Change	Getting to Know	Site Seeing	Leaf Classification	Odyssey	Bird Beak Accuracy	Discovery Area	Using GLOBE Data
				■		■		
	■		■				■	
	■					■		
	■	■						
							■	
	■							
■	■		■		■			■
	■						■	
	■	■	■		■			■
■	■	■	■		■			■
■	■		■		■		■	■

National Science Inquiry Standards	Basic Protocols		
	Sample Site	Biometry	Manual Mapping
<b>General Scientific Inquiry Abilities</b>			
Use appropriate tools and techniques			
Construct a scientific instrument or model			
Identify answerable questions	■	■	■
Design and conduct scientific investigations	■	■	■
Use appropriate mathematics to analyze data	■	■	■
Develop descriptions and explanations using evidence	■	■	■
Recognize and analyze alternative explanations	■	■	■
Communicate procedures and explanations	■	■	■
<b>Specific Scientific Inquiry Abilities</b>			
Use appropriate field instruments and techniques to gather Land Cover sample	■		
Make observations in order to determine the appropriate land cover type	■		
Communicate the results of land cover classification to reach a consensus	■		
Identify biometry measurements needed for MUC		■	
Use vegetation field guides to identify vegetation and species		■	
Interpret data to propose MUC classification		■	
Classify land cover and create a land cover type map			■
Evaluate how accurate the land cover map type is using accuracy assessment			■
Use land cover data and appropriate tools and technology to interpret change			
Gathering spatial data and historical data to determine validity of change hypotheses			
Use maps, aerial photographs and other tools and techniques on order to create a land cover map			
Recognize and analyze differing viewpoints on land cover classification and reach a consensus			
Integrate data from variety of different data sets to gain dynamic understanding of how earth system works			
Classification helps organize and understand the natural world			
A classification system is a system of labels and rules used to sort objects			
A hierarchical system has multiple levels of increasing detail			
Observe a landscape and design a model of it			
Draw a landscape from various perspectives			
Use different scales to view a group of objects			
Identify decision criteria for a classification system, and use it to classify birds			
Collect and interpret validations data			
Use numerical data for in describing and comparing the accuracy of the classification			
Use the land cover type map to discuss how a structure will affect organisms using a particular land cover type			
Analyze different scenarios that change the land cover types of an area			
Evaluate different solutions to various scenarios			
Use GLOBE Website to gather, analyze and interpret data			

Adv. Protocols		Learning Activities						
Computer-Aided Mapping	Land Cover Change	Getting to Know	Site Seeing	Leaf Classification	Odyssey	Bird Beak Activity	Discovery Area	Using GLOBE Data
■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■
■	■	■	■	■	■	■	■	■
■								
■								
	■							
	■							
		■						
		■						
			■					
				■				
				■				
				■				
					■			
					■			
					■			
						■		
						■		
						■		
							■	
							■	
							■	
								■

# Logistique des mesures

## *Vue d'ensemble*

Pour réaliser cette étude, il faut étudier la couverture du sol au niveau de votre site d'étude GLOBE, soit une zone de 15 km par 15 km centrée sur votre école. A l'intérieur de cette zone, vous pourrez inspecter différents sites échantillons au sol relatifs à la couverture du sol, et vous pourrez collecter des données sur le type de la couverture du sol à ces endroits. Chacun de ces sites échantillons doit faire 90 m x 90 m et avoir un même type de la couverture du sol dans cette zone. GLOBE fournit l'image satellite de votre zone d'étude. Au fur et à mesure de votre appréhension du type de couverture du sol de votre zone, vous construirez une carte du type du sol à partir de l'image satellite. Au bout du compte, les changements dans la couverture du sol avec le temps sont étudiés à travers une comparaison entre deux images satellites de votre zone d'étude GLOBE, enregistrées par le même satellite, et les données au sol que vous aurez collectées. Les images ont été prises à quelques années d'écart et vous pouvez comparer les changements qui ont eu lieu entre ces deux dates.

## *Où prendre les mesures?*

Vos mesures pour l'étude *Couverture du sol/Biologie* sont prises sur votre site d'étude GLOBE. Il s'agit de la zone de 15 km par 15 km, centrée sur votre école, définie par l'image du satellite Landsat Thematic Mapper (TM) fournie par GLOBE. Pour obtenir des informations sur comment obtenir cette image, veuillez contacter le coordinateur de votre pays, son partenaire Américain, ou le bureau d'aide GLOBE. Vos étudiants et vous deviendrez très familier avec cette partie de notre environnement mondial en accomplissant les protocoles et les activités d'apprentissage associées à cette étude. Ensemble, vous dessinerez et vous validerez une carte des types de la couverture du sol.

Il est important que vous sélectionniez, à l'intérieur de votre site d'étude, des sites au sol qui conviennent (appelés sites échantillons de la couverture du sol) à l'observation et aux mesures détaillées. Voir figure LAND-I-1. Vous devez avoir au moins un site échantillon de la couverture du sol pour chaque type de la couverture du sol qui existe sur votre site d'étude. Ces sites échantillon sont des zones où le type de la couverture du sol est homogène (i.e il y a le même type de la couverture du sol à l'intérieur de la zone) et qui mesurent au moins 90 m x 90 m. Si votre zone où la couverture du sol est homogène est plus étendue que 90 m x 90 m, vous devez alors

placer votre site échantillon vers le centre de votre zone. Voir figure LAND-I-2. Il est nécessaire d'avoir une zone de 90 m x 90 m minimum pour pouvoir situer de manière précise le site à la fois au sol et sur l'image satellite. Cette zone est équivalente à 9 pixels pour le satellite Landsat Thematic Mapper (TM), soit un carré de 3 pixels par 3 pixels. Voir la partie *Détection à distance* du *Guide d'implémentation*.

Vous pouvez également collecter des données qui proviennent de zones à l'extérieur de votre site d'étude GLOBE. Par exemple, certaines écoles se déplacent périodiquement sur des sites naturels éloignés de là d'où elles viennent comme les parcs nationaux. Elles y collectent des données lors de classes vertes et elles rapportent leurs mesures à GLOBE. Si votre école projette de se déplacer de manière répétée à des endroits éloignés comme ceux là, vous devriez demander les images Landsat correspondantes à ce site pour pouvoir aborder tous les aspects de l'étude sur la couverture *du sol/Biologie* sur ce nouveau site.

## *Quelles mesures prendre?*

Il y a deux types de mesures de la couverture du sol qui peuvent être prises et rapportées à GLOBE : des observations prises sur chacun de vos sites échantillons ou des cartes de la couverture du sol que vous dessinerez à partir de votre site d'étude GLOBE. *Le protocole d'identification de la couverture d'un échantillon de sol* détaille les différentes étapes dans le recueil des mesures sur un site échantillon pour la couverture du sol. Il y a 3 observations essentielles:

La première concerne les latitude, longitude et altitude en utilisant un récepteur GPS (Global Positioning system, i.e Système de positionnement mondial)

La seconde concerne la classification de la couverture du sol (en utilisant le système MUC, le système de classification de la couverture du sol de GLOBE)

La troisième concerne la prise de photographies dans chacune des directions cardinales (Nord, Sud, Est, Ouest) à partir du centre du site

Pour déterminer la classification de la couverture du sol, vous pouvez avoir besoin de mesures supplémentaires. La quantité de mesures va varier selon la nature de la couverture du sol sur le site. Déterminer la classification du site peut prendre entre 20 minutes et 1 heure environ, selon les mesures qui doivent être prises. En plus de toutes les mesures correspondant au *protocole sur le site échantillon de la couverture du sol*, vous pouvez inclure des mesures quantitatives concernant les questions de masse actuelle de plantes, qu'on appelle mesures biométriques. Le protocole *Biométrie* souligne les

étapes dans l'acquisition des mesures, ce qui inclut la couverture du sol et la canopée, la taille des arbres, des arbustes et/ou des graminées, la circonférence des arbres, et la biomasse graminée. Toutes les mesures biométriques pertinentes doivent être prises de manière à déterminer et/ou vérifier la bonne classe de la couverture du sol. Ces mesures sont utilisées pour étudier les changements et la croissance de la végétation. Tout au long de votre étude, vous collecterez et vous rapporterez des données de différents sites échantillons.

Vous devrez également, dans l'étude *Couverture du sol /Biologie*, générer des cartes de la couverture du sol pour votre site d'étude. Vous créez une carte des différents type de la couverture du sol soit manuellement, en utilisant le protocole *Cartographier manuellement la couverture du sol*, soit à l'aide du programme informatique Multipsec avec le protocole *Cartographier à l'aide d'un ordinateur la couverture du sol*. Le point critique de votre étude se situe dans la comparaison entre les images satellites prises à plusieurs années d'intervalles pour étudier les changements dans la couverture du sol au cours du temps en suivant le protocole *Détection des changements dans la couverture du sol*. Pour les protocoles relatifs à la cartographie, la carte finale est dessinée à partir des données transmises à GLOBE et à la fin de tout le processus. Les cartes sont créées pour en apprendre d'avantage sur votre environnement en l'observant et en prenant des mesures aux endroits sélectionnés. En plus de compléter la recherche, vous apprendrez énormément sur votre environnement autour de votre école et vous serez capable de surveiller les changements au fur et à mesure qu'ils apparaissent. Pour votre école, ces protocoles peuvent durer entre une journée et des semaines, voire des mois ou des années. Pour plus de détails, vous pouvez vous référer à la partie spécifique *Procédé pour cartographier et estimation de la précision*.

### **Quand prendre les mesures ?**

Le meilleur moment pour prendre des mesures pour les protocoles *Biométrie* et *Site échantillon pour la couverture du sol* est à l'apogée de la saison de pleine croissance. Cela correspond au meilleur moment pour évaluer le type de la couverture du sol du site, la canopée entière et la couverture du sol. Si vous allez aller sur un site de manière répétée dans le temps et que vous allez y faire des mesures biométriques pour surveiller les changements dans la biomasse au cours du temps, sur une période de plusieurs années, vous pouvez vous rendre sur le site une fois par an à la même période de l'année. Ou bien, si vous aimez suivre la progression de la biomasse au cours de

l'année, vous pouvez alors vous rendre sur le site deux fois ou plus dans l'année, une fois à l'apogée de la saison de pleine croissance, et une fois pendant la saison de croissance minimum (ex : pendant la saison sèche ou l'hiver). Les protocoles de cartographie peuvent être complétés à n'importe quel moment de l'année.

### **Considérations particulières**

Un nombre de problèmes de gestion, d'enseignement et de logistique doivent être pris en compte pour décider comment entreprendre et présenter les différents protocoles *Couverture du sol/ Biologie*.

Les données relatives à la couverture du sol peuvent être recueillies pour tout type de la couverture du sol, pourvu que les sites où les mesures sont prises soient homogènes et fassent au moins 90 m x 90 m.

Les mesures biométriques des sites échantillon concernant la couverture du sol sont très utiles et offrent aux étudiants un point de vue plus complet sur le procédé d'estimation de la couverture du sol. Les mesures sont prises pour permettre de décider quel est le type correct de la couverture du sol pour un site échantillon.

Les observations relatives au site échantillon pour la couverture du sol sont utiles et peuvent être rapidement et efficacement rassemblées en nombre suffisant pour valider (ou estimer la précision de) votre carte des différents types de la couverture du sol générée à partir des images du satellite Landsat Thematic Mapper.

Les étudiants gagnent à effectuer des mesures biométriques avant de se rendre sur leur site échantillon pour la couverture du sol. S'entraîner à prendre des mesures biométriques, avant de se rendre sur place, peut permettre de diminuer le temps qu'ils vont passer ensuite à rassembler leurs observations sur le site.

Si un récepteur GPS et un appareil photo sont disponibles, les étudiants peuvent effectuer leurs observations du site échantillon pour la couverture du sol rapidement. S'ils ne le sont pas, vous devrez retourner au site plus tard pour compléter les observations. Il est dans votre intérêt de les avoir avec vous lorsque vous vous rendez sur le site.

Les écoles devraient rassembler autant de site échantillon pour la couverture du sol que possible pour chaque type de la couverture du sol présent sur leur carte de la couverture du sol. En effet, il est nécessaire d'avoir beaucoup d'échantillons pour estimer la précision de la carte. On peut utiliser dans le processus d'estimation de la précision, les données concernant les sites qui ont été rassemblées sur

plusieurs années, récoltées par différentes classes ou même par des écoles voisines.

Soyez certain de bien percevoir et de pouvoir retranscrire la différence entre des sites où la végétation est naturelle, et ceux où il s'agit de cultures.

Vous pouvez revoir le *Glossaire* pour être sûr de comprendre tous les termes utilisés dans l'étude.

### *Pour commencer*

Vos étudiants et vous pouvez partir explorer votre site d'étude GLOBE et le type de la couverture du sol qu'il y a sur place et à l'aide des Protocoles *Couverture du sol /Biologie*, vous pouvez répondre aux questions en rapport avec votre zone particulière, avec votre région et/ou avec vos étudiants. La création d'une carte de la couverture du sol n'est qu'une étape pour les scientifiques. Une fois que c'est fait, ils peuvent l'utiliser et la modifier de manière à répondre à une question particulière sur laquelle ils travaillent. Les scientifiques peuvent, par exemple, étudier l'habitat d'un animal ou d'une plante en particulier, une succession de champs ou de forêts, le taux de croissance d'un village, d'une ville, ou d'une métropole en particulier. Il est également possible qu'ils regarde la quantité de terres non exploitées par l'être humain, comment protéger les ressources en eau ou bien où planter les cultures durant la prochaine saison de croissance. Les urbanistes peuvent être intéressés à l'idée de créer une carte pour ensuite pouvoir délimiter les écoles, décider où relier les lignes de train pour les loisirs de manière à créer un système ferroviaire ininterrompu, et décider également comment faire fonctionner efficacement les transports publics. Vos étudiants et vous disposez d'un outil très puissant, lorsque vous dessinez une carte de base, pour commencer à regarder ce que vos étudiants perçoivent comme important dans leur zone d'étude.

Il y a beaucoup de différentes manières de commencer votre étude de la couverture du sol. La plus simple et la plus rapide consiste à utiliser l'activité d'apprentissage, *Commencez à comprendre votre image satellite*. Il s'agit d'étudier l'image. A partir de là, vos étudiants et vous pouvez commencer à remarquer la « tendance » de la couverture du sol dans votre zone. Cela peut amener à discuter des problèmes de société qui intéressent vos étudiants – les étendues d'eau qui ont besoin d'être protégées, le sol qui s'érode, un système ferroviaire qui peut être raccordé aux autres, etc. En partant de ses idées, vous pouvez introduire les protocoles comme une manière d'approfondir ces problèmes. La page d'introduction pour les étudiants au début de chaque protocole

fournit quelques questions auxquelles vos étudiants peuvent réfléchir de manière à être dans le bon « état d'esprit » pour aborder le protocole. Cela introduit le type de données qu'ils devront recueillir, le pourquoi ils recueillent ces données en particulier, et le comment ils peuvent les utiliser pour répondre à leurs questions. L'étude *Couverture du sol / Biologie* permet de commencer par l'activité d'apprentissage ou directement par les protocoles qui lui sont associés, et il laisse le choix aux étudiants de choisir quelle partie en particulier de leur environnement ils veulent explorer. Si vos étudiants hésitent à formuler leurs propres questions, ou ne savent pas par où commencer, les faire commencer par recueillir les données sur le site échantillon pour la couverture du sol, et les faire travailler sur la carte de la couverture du sol peut être un très bon début et peut les aider à poser leurs propres questions. Le protocole *Détection des changements dans la couverture du sol* peut servir de départ également pour la question : A quel point mon site d'étude GLOBE a-t-il changé entre les deux moments où les images satellites ont été prises ?

Commencez avec autant de données que vous le jugez nécessaire (peu ou beaucoup, comme bon vous semble). Un seul site échantillon de la couverture du sol est un premier pas. L'année suivante, vous pourrez recueillir des données sur plusieurs sites, une fois que vos étudiants et vous serez habitués au procédé. Si vos étudiants et vous être prêts à explorer la zone entourant votre école, vous pouvez commencer l'*Etude de la couverture du sol /Biologie*.

**Coup d'oeil sur les protocoles**

<b>PROTOCOLE</b>	<b>Quelles sont les procédures à exécuter?</b>	<b>Où exécuter les procédures ?</b>	<b>Quand exécuter les procédures ?</b>	<b>Quel est le matériel nécessaire ?</b>
<b>Sélection du site d'échantillonnage</b>	MUC, latitude, longitude, altitude, photographies	Dans une zone homogène de 90 m x 90 m	Une fois pour chaque nouveau site pendant la saison de pleine croissance ou plus fréquemment les sites de votre choix	Guide de terrain MUC ou Nomenclature MUC et Glossaire MUC, GPS, appareil photo, compas, matériel biométrique
<b>Biométrie</b>	Couverture de la canopée, du sol, taille des arbres, des graminées, circonférence des arbres, biomasse graminée	Sur les sites échantillons pour la couverture du sol	Pour déterminer le MUC ou pour compléter les observations sur un site	Densiomètre, clinomètre, enregistrements de mesures, Guides de terrain relatif à la végétation, sécateur de terrain MUC, Nomenclature MUC, Glossaire MUC, GPS, appareil photo, compas
<b>Cartographie manuelle De la couverture Couverture d</b>	Créer manuellement une carte de couverture du sol	En classe, pour tout le site d'étude GLOBE	Une fois, mais le processus peut être itératif au fur et à mesure que des sites sont ajoutés	Images satellite TM, transparents, marqueurs, Guide de terrain MUC ou Nomenclature MUC Glossaire MUC
<b>Cartographie à l'aide d'un ordinateur la couverture du sol*</b>	Créer à l'aide d'un ordinateur une carte de couverture du sol	Sur un ordinateur, pour tout le site d'étude GLOBE	Une fois, mais le processus peut être itératif au fur et à mesure que des sites sont ajoutés	Ordinateur, données satellite TM sur CD, logiciel Multipsec, Guide de terrain MUC ou Nomenclature MUC et Glossaire MUC
<b>Détection* des changements</b>	Créer une carte des changements dans la couverture du sol	Sur un ordinateur, pour tout le site d'étude GLOBE	Une fois, mais le processus peut être itératif au fur et à mesure que des sites sont ajoutés	Ordinateur, données satellite TM sur CD sur deux périodes différentes, logiciel Multispec

\* Voir la version complète du *Guide du professeur* disponible sur le site Web GLOBE et sur CD-ROM.

# Suggestions de méthodologie

Les diagrammes de flux suivants (Figure LAND-I-3, Figure LAND-I-4) présentent la méthodologie à employer pour l'étude Couverture du sol/Biologie. Cette étude se concentre sur la détermination et l'élaboration d'une carte de la couverture du sol pour une zone particulière, le site d'étude GLOBE, ainsi que sur la surveillance des changements qui s'y produisent au cours du temps. Ce diagramme de flux est divisé en deux parties. La première expose brièvement les méthodes de recueillement de données relatives à la couverture du sol, et la seconde montre les procédures pour dessiner une carte de la couverture du sol, et pour détecter les changements qui se sont produits. Les mots écrits en italique dans les diagrammes désignent les protocoles éponymes. Toutes les mesures peuvent être utilisées pour améliorer notre compréhension des cycles de l'énergie, de l'eau et des éléments chimiques comme le carbone ou l'azote. Les cartes de la couverture du sol qu'établissent les étudiants pour leur site d'étude GLOBE et les cartes établies par les scientifiques pour des zones plus étendues peuvent être utilisées pour la gestion, la recherche, ou l'enquête des étudiants. Comment varient les types de la couverture du sol, et à quels endroits varient-ils ? Y a-t-il des différences dans la fertilité du sol entre un sol situé sous une forêt d'arbres à feuilles caduques et un autre situé dans une zone marécageuse ? Qu'est ce qui arrive à la chimie de l'eau lorsque la couverture du sol varie autour ? La meilleure manière de répondre à

ces questions, et à beaucoup d'autres, consiste à s'aider de cartes de la couverture du sol précises, et de mesures prises sur le terrain.

## Recueillir les données

Pour commencer avec l'étude *Couverture du sol /Biologie*, vous avez besoin que votre site d'étude GLOBE vous soit familier, et ce, en examinant l'image satellite prise par le satellite Landsat Thematic Mapper (TM) et toutes les autres cartes ou photographies de l'endroit que vous pouvez obtenir. En même temps que vous examinez l'image satellite, vous devez commencer à explorer les sites au sol pour commencer à comprendre quels sont les différents types de la couverture du sol, dans le périmètre de 15 km x 15 km du site d'étude GLOBE. Une fois que vous vous êtes familiarisées avec le site d'étude GLOBE, vous pouvez sélectionner des zones homogènes (i.e avec le même type de la couverture du sol dans toute la zone) pour recueillir des données sur le site échantillon pour la couverture du sol. Avant de se rendre sur les différents sites, les étudiants doivent avoir compris le système de classification de la couverture du sol utilisé par GLOBE, le système MUC, et comment les mesures biométriques peuvent être utilisées pour aider à déterminer les classes du MUC. Vérifiez également que vous avez avec vous tout le matériel nécessaire pour effectuer les mesures sur le terrain. Vous devrez également fabriquer vous-même, en suivant la partie Instruments d'étude de ce chapitre, certains instruments indispensables. Vous devez également veiller à avoir suffisamment de copies de Guides de terrain pour prendre les mesures (situés dans les protocoles) et les feuilles de mesures

Figure LAND-I-3

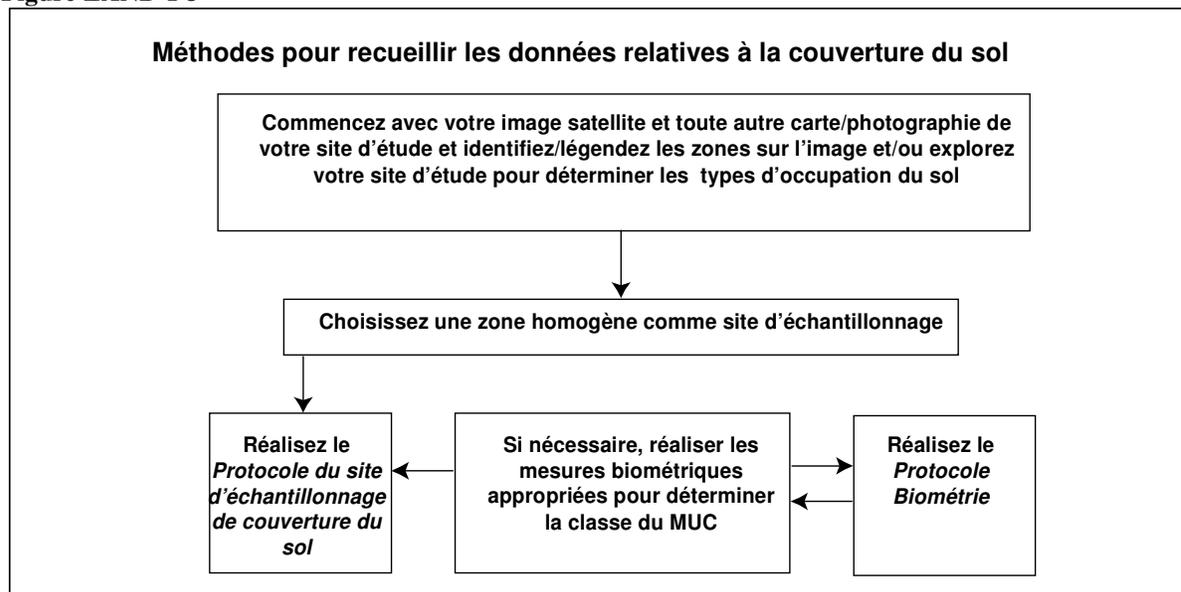
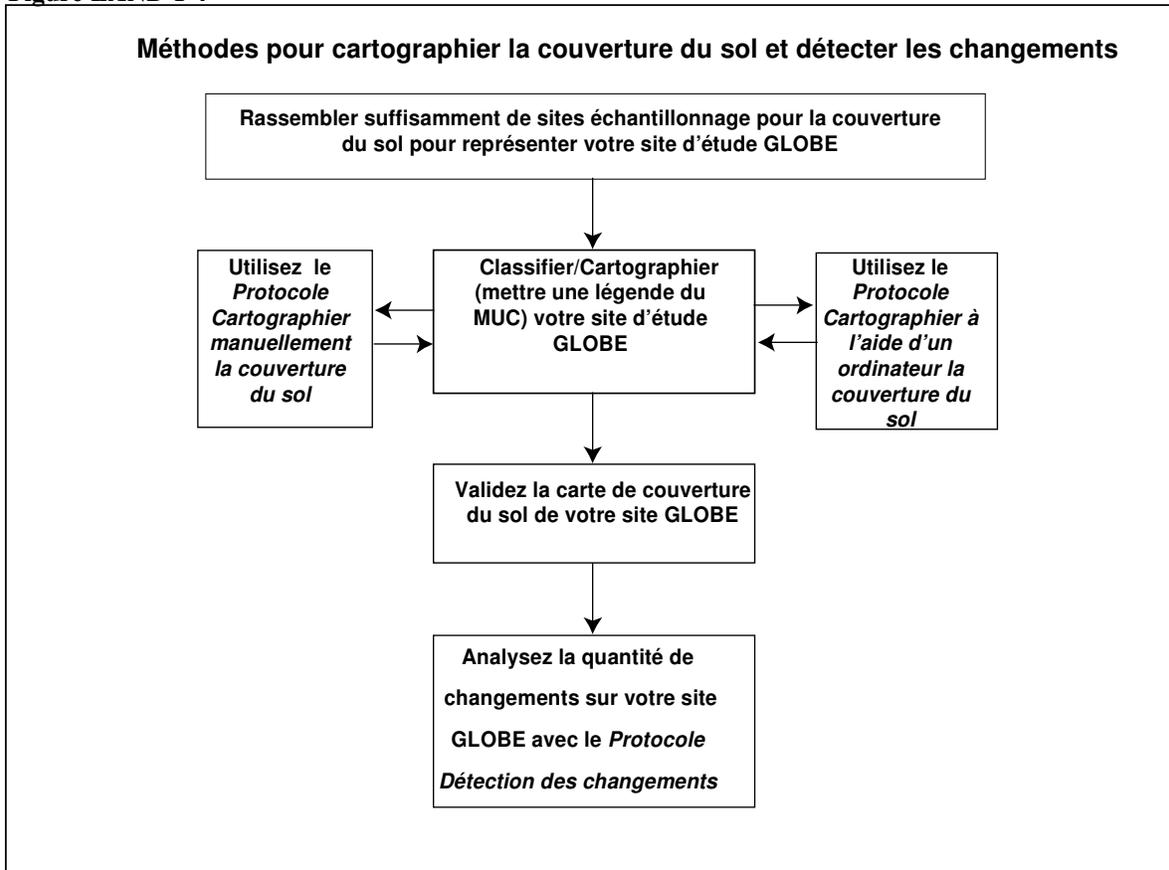


Figure LAND-I-4



(que vous trouverez dans les appendices). Les étudiants qui vont effectuer les mesures biométriques avant d'arriver sur le terrain prennent de manière plus efficace et plus précise les mesures sur le terrain. Une fois qu'un site homogène a été choisi, le système MUC compris, que vous avez construit vos instruments, fait les copies nécessaires des Guides de terrain, des feuilles de mesures, et effectué le protocole relatif à la Biométrie, vous être fin prêts pour déterminer un site échantillon pour la couverture du sol.

Il est vraiment très souhaitable que vos étudiants et vous recueilliez des données provenant de plusieurs sites échantillons pour la couverture du sol pour chacun des types principaux de la couverture du sol identifié sur votre site d'étude GLOBE.. Vous devez également recueillir autant de données biométriques que nécessaire sur chacun des sites échantillons pour la couverture du sol, de manière à pouvoir classer précisément le site en utilisant le système MUC. Commencez avec le type le plus répandu de la couverture du sol, et continuez à ajouter des sites échantillons jusqu'à ce que vous ayez recueilli des données pour autant de type de la couverture du sol que vous pouvez. Cette étude est plus facile à mener pour vos étudiants s'ils ont un récepteur GPS avec

eux quand ils sont sur chaque site. De cette manière, ils n'ont pas besoin de retourner sur les sites plus tard, trouver les centres des sites, et prendre les mesures lors d'un deuxième déplacement.

Les données biométriques doivent être recueillies sur les sites échantillons de la couverture du sol la fois où les étudiants se déplacent sur les sites de manière à déterminer la classe MUC. La quantité de données biométriques va varier, mais vous pouvez toujours recueillir plus de données pour compléter les informations disponibles sur un site. Il est souhaitable de prendre une série complète de mesures biométriques sur chaque site représentatif d'une classe MUC située dans votre zone, ce qui représente une série complète de mesures biométriques dans une forêt, une autre dans un bois, une autre dans une zone graminée (prairie)... Les données biométriques peuvent aussi être recueillies à des endroits où vous vous rendez plus fréquemment. Certaines écoles choisissent un site où elles se rendent chaque année à la même période de l'année pour enregistrer les changements biométriques au cours du temps. D'autres écoles choisissent de se rendre sur un seul site mais deux fois par an, pour suivre les changements saisonniers. Leurs déplacements correspondent souvent à la saison où le feuillage est

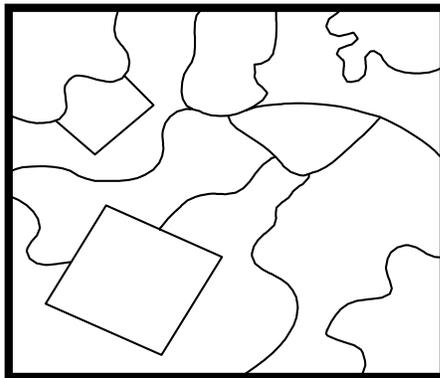
maximum et à celle où il est minimum (en période de sécheresse ou en hiver). En résumé, recueillez au minimum des mesures biométriques sur chaque site pour vous aider à déterminer la classe MUC. C'est à votre classe de décider la quantité maximum d'informations biométriques que vous voulez récolter et cette décision doit se baser sur les types de changements que vous observer sur vos sites. Toutes les données relatives à la couverture du sol qui auront été recueillies avec précision par les étudiants GLOBE seront très utiles. Les scientifiques GLOBE reconnaissent que les problèmes de logistique et d'enseignement déterminent en général les mesures de la couverture du sol qui sont prises.

Les sites échantillons pour la couverture du sol sont important car ils permettent de valider la précision des cartes de la couverture du sol, ce qui est l'un des concepts scientifiques phares de cette étude. On sait, cependant, que cela prendra du temps, peut-être

un type de la couverture du sol différent à chacune des équipes, de telle façon qu'il n'y ait pas deux équipes travaillant sur le même type de la couverture du sol, et pour pouvoir recueillir un maximum de données.

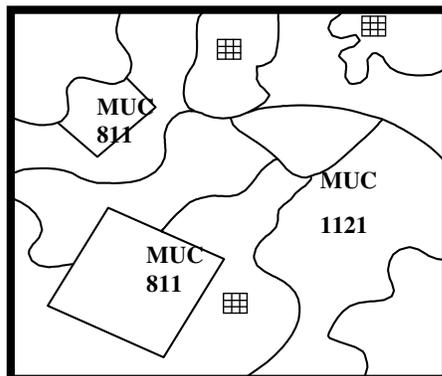
Figure LAND-I-5: Diagramme relative au procédé d'estimation de la précision

**Etape 1 : Cartographier manuellement ou à l'aide d'un ordinateur la couverture du sol**



L'image Landsat TM de votre site d'étude GLOBE est divisée en zones de même type d'occupation du sol, manuellement, ou à l'aide de Multispec

**Etape 2 : Associer des classes MUC aux zones (par ensemble)**



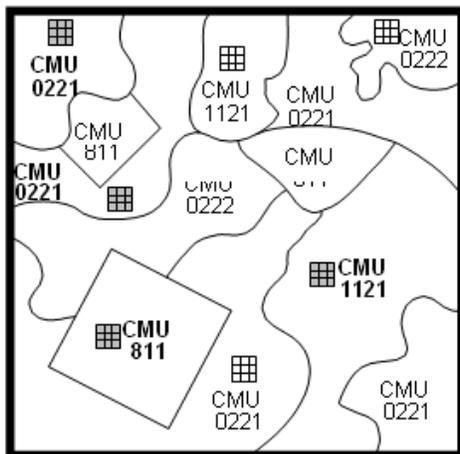
Pour chaque zone découpée manuellement ou à l'aide de Multispec, associez une classe MUC en utilisant les connaissances des élèves de la zone, ainsi que les données collectées sur les sites échantillons

 Site Echantillon pour la couverture du sol

plusieurs années consécutives, pour accumuler une série de sites échantillons représentatifs de chaque type important de la couverture du sol à l'intérieur de votre site d'étude. Il est possible que vous vouliez constituer plusieurs équipes d'étudiants, et attribuer

Figure LAND-I-5: Diagramme relative au procédé d'estimation de la précision (suite)

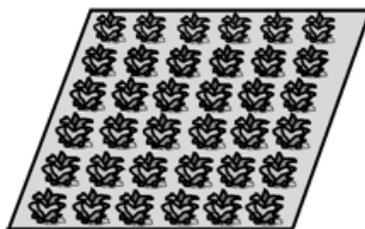
**Etape 3: Recueillir des données de validation**



Une fois que la carte est dessinée, recueillez des données de validation sur des sites échantillon pour estimer la précision de la carte légendée.

Au cours du temps, observez et mesurez autant de sites de validation possible pour chaque type d'occupation du territoire de votre zone.

-  Site échantillon d'occupation du territoire
-  Site échantillon de validation



**Etape 4: Estimer la précision de la carte**

**Données de validation**

	CMU 0221	CMU 0222	CMU 1121	CMU 811	Total lignes
CMU 0221					1
CMU 0222					1
CMU 1121					1
CMU 811					1
Total colonnes	2	0	1	1	4

Reportez les données de la feuille de mesure Estimation de la précision et utilisez cette feuille pour construire une matrice des différences/erreurs et comparer les données liées à la carte légendée à celles de validation pour les sites échantillons d'occupation du territoire.

A partir de la matrice des différences/erreurs, calculez les pourcentages de précision pour estimer le degré de précision de votre carte.

Précision globale =  $3/4 \times 100 = 75\%$

## *La cartographie et le procédé d'estimation de la précision*

Les figures LAND-I-5 montrent les étapes logiques dans l'élaboration d'une carte de couverture du sol et dans l'estimation de sa précision. Pour créer une carte, il y a deux options possibles. La première consiste à créer la carte manuellement à partir d'impressions de votre image satellite, et en suivant le protocole *Cartographier manuellement la couverture du sol*. L'autre option consiste à créer sa carte informatiquement, en utilisant une version numérique de l'image satellite, le logiciel Multipsec et le protocole *Cartographier à l'aide d'un ordinateur la couverture du sol*. On vous encourage à recueillir des données sur les sites échantillons pour la couverture du sol avant de commencer à cartographier. Les observations des étudiants sur des sites particuliers ont de la valeur, car même si vos étudiants ne vont pas jusqu'à créer leur propre carte de couverture du sol, les scientifiques, d'autres étudiants voire des écoles voisines, pourront utiliser vos données à l'avenir pour leurs propres carte de couverture du sol.

Les étapes à effectuer sont les suivantes : (1) Rassemblez des sites échantillons représentant de nombreux types de couverture du sol différents. Trouvez en autant que vous le pouvez. Essayez d'avoir au moins un site échantillon représentatif pour chaque type de la couverture du sol que vous observez sur votre site d'étude. (2) Créer une carte de la couverture du sol en utilisant le système MUC. Utilisez soit le protocole *Cartographier manuellement la couverture du sol* et des copies papiers de l'image satellite du Landsat Thematic Mapper (TM), soit le protocole *Cartographier à l'aide d'un ordinateur la couverture du sol*, le logiciel de traitement de l'image et l'image satellite numérique. Utilisez vos sites échantillons pour vous aider à dessiner la carte. (3) Rassemblez autant de sites échantillons pour la couverture du sol que possible. Plus vous en avez, et mieux c'est. (4) Estimer la précision de cotre carte de la couverture du sol en comparant la carte que vous avez dessinée avec les données de sites échantillons pour la couverture du sol récoltées sur votre site par d'autres étudiants qui ont pris des mesures mais n'ont pas créer leur carte.

## Considérations pour l'implémentation

### Série, interconnexions et interdépendance entre activités d'apprentissage et protocoles

Pour pouvoir transmettre les données pour le protocole principal, le *protocole d'identification de la couverture d'un échantillon de sol*, les étudiants doivent être capables de mener à bien les autres protocoles – le protocole *Biométrie* et le protocole *GPS*. De plus, les étudiants doivent être capables d'utiliser le système MUC pour identifier le type de la couverture du sol, de mesure avec précision une zone en marchant, d'utiliser un compas, de fabriquer et de savoir se servir correctement d'un densiomètre et d'un clinomètre. Il est très fortement recommandé de suivre l'ordre donné ci-dessous pour mettre en application l'étude *Couverture du sol/Biologie*. Veuillez remarquer que les activités d'apprentissage pré protocoles sont nécessaires pour s'assurer que les étudiants connaissent les concepts clés et ont les capacités de mener à bien les protocoles.

1	<i>Commencez à comprendre votre image satellite et</i> <b>Activité d'apprentissage relative au site échantillon</b>	<b>Etude à préparer, fortement recommandée</b>
2	<b>Mesurer une distance en nombre de pas et un compas (Voir Instruments d'investigation)</b>	<b>Utiliser Protocole à préparer</b>
3	<b>Protocole GPS (Voir Étude sur le GPS)</b>	<b>Protocole associé</b>
4	<b>Fabriquer un chronomètre et un densiomètre et s'entraîner à s'en servir, apprendre à utiliser et à lire une mesure enregistrée (Voir Instruments d'investigation)</b>	<b>Protocole à préparer</b>
5	<b>Activité d'apprentissage Observation d'un site</b>	<b>Recommandé</b>
6	<b>Protocole Biométrie</b>	<b>Protocole associé</b>
7	<b>Activité d'apprentissage Classification des feuilles</b>	<b>Pré Protocole, fortement recommandé</b>
8	<b>S'entraîner avec le <i>Système MUC</i></b>	<b>Capacités associées</b>
9	<b>En ayant développé les capacités associées à ces protocoles, les étudiants doivent être capables de mener à bien le protocole <i>Site échantillon pour l'occupation du sol</i></b>	
10	<b>Activité d'apprentissage Odyssée des yeux</b>	<b>Pré Protocole, fortement recommandé</b>
11	<b>Classification manuelle: Un tutorial pour l'image de Beverly, MA OU Introduction au programme Multispec et tutorial non encadré en groupe (Voir le CD Multispec)</b>	<b>Protocole à préparer, fortement recommandé</b>
12	<b>Après avoir terminé au moins un protocole <i>Site échantillon pour l'occupation du sol</i>, les étudiants doivent mener à bien soit le protocole <i>Cartographier manuellement l'occupation du sol</i>, soit le protocole <i>Cartographier à l'aide d'un ordinateur l'occupation du sol</i></b>	
13	<b>Recueillez autant de mesures relatives à l'occupation du sol que possible</b>	
14	<b>Activité d'apprentissage Estimation précise du bec d'un oiseau</b>	<b>Pré protocole, fortement recommandé</b>
15	<b>Les étudiants peuvent mener à bien une <i>Estimation de la précision de leurs cartes d'occupation du sol</i></b>	
16	<b>Tutorial <i>Détection de changements</i></b>	<b>Protocole à préparer, fortement recommandé</b>
17	<b>Protocole <i>Détection de changements</i></b>	<b>Point culminant de l'étude</b>
18	<b>Activité d'apprentissage Découverte de la zone</b>	<b>Activité d'apprentissage post-protocolaire</b>
19	<b>Activité d'apprentissage Utilisation des données GLOBE pour analyser l'occupation du sol</b>	<b>Activité d'apprentissage post-protocolaire</b>



### ***Sélection et mise en place du site d'échantillonnage***

Les étudiants doivent choisir un terrain homogène de 90m x 90m pour pouvoir mettre en pratique les protocoles.

### ***Instruments de mesures***

Les étudiants apprennent à manipuler le système MUC. Fabriquez et apprenez à utiliser le densimètre ainsi que le clisimètre. Ils utiliseront aussi un mètre-ruban et déterminerons la longueur de leur pas. Vous pouvez effectuer tout ceci comme partie d'une même activité globale ou en plusieurs fois. Les étudiants devront aussi apprendre à maîtriser une boussole. Vous pouvez trouver d'autres informations à ce sujet dans la rubrique concernant le GPS.

### ***Protocole d'identification de la couverture du sol***

Les étudiants localisent, photographient et déterminent la classe MUC pour la couverture du sol d'un terrain homogène de 90 m x 90 m.

### ***Protocole de biométrie***

Les étudiants déterminent les propriétés de la végétation et identifient les espèces afin de pouvoir classer la couverture du sol en utilisant le système MUC ainsi que pour pouvoir apporter davantage d'informations à propos de ce site.

### ***Protocole de cartographie manuelle de la couverture des sols***

Les étudiants tracent les contours et nomment les différentes zones de couverture du sol comme sur leur image Landsat TM pour créer une carte de la couverture des sols.

### ***Protocole de cartographie de la couverture du sol assistée par ordinateur\****

Les étudiants utilisent MultiSpec pour morceler leur image Landsat TM et assignent une classe MUC à chaque morceau pour créer une carte de la couverture du sol.

### ***Protocole de détection de changement de la couverture des sols.***

En utilisant MultiSpec, les étudiants comparent deux images du site GLOBE : l'une prise dans les années 1990 et l'autre prise dans les années 2000, pour déterminer comment la couverture du sol a évolué dans l'intervalle de temps.

### ***Protocole d'étude des combustibles\****

Les étudiants prennent des mesures supplémentaires pour déterminer les risques d'incendie sur les sites d'étude.

\* Voir le guide électronique complet disponible sur le site Web GLOBE ou sur le CD-ROM.

# Sélection et mise en place du site d'échantillonnage



## Vue d'ensemble

Vous allez choisir plusieurs sites d'échantillonnage

Au sein de votre site d'étude GLOBE de 15 km x 15 km. Ces sites d'échantillonnage vont être les sites où vous effectuerez vos mesures de couverture du sol. Vous aurez besoin de ces mesures pour créer votre carte de couverture du sol. Idéalement, vous devriez choisir au moins un site d'échantillonnage par type de couverture du sol présent sur votre site d'étude. Vous aurez besoin de données de sites d'échantillonnage supplémentaires pour valider la pertinence de la carte de couverture du sol que vous aurez créé. Vous êtes aussi libre d'établir des sites d'échantillonnage supplémentaires à chaque fois que vous n'êtes pas sûr ou simplement curieux à propos de la couverture du sol d'une zone. Vous pourrez ne visiter certains de ces sites qu'une seule fois. Vous pourrez visiter d'autres sites fréquemment, par exemple si vous voulez étudier des changements dans la croissance des végétaux au cours des saisons. Vous trouverez ici des instructions pour sélectionner et mettre en place ces sites d'échantillonnage.

## Instructions

**TOUS les sites d'échantillonnage pour la couverture du sol dans le site d'étude GLOBE doivent posséder les caractéristiques suivantes :**

- Homogène – la même classification MUC partout
- 90 m x 90 m
- Orienté selon les directions cardinales
- Voir *Comment orienter un site d'échantillonnage de couverture du sol.*

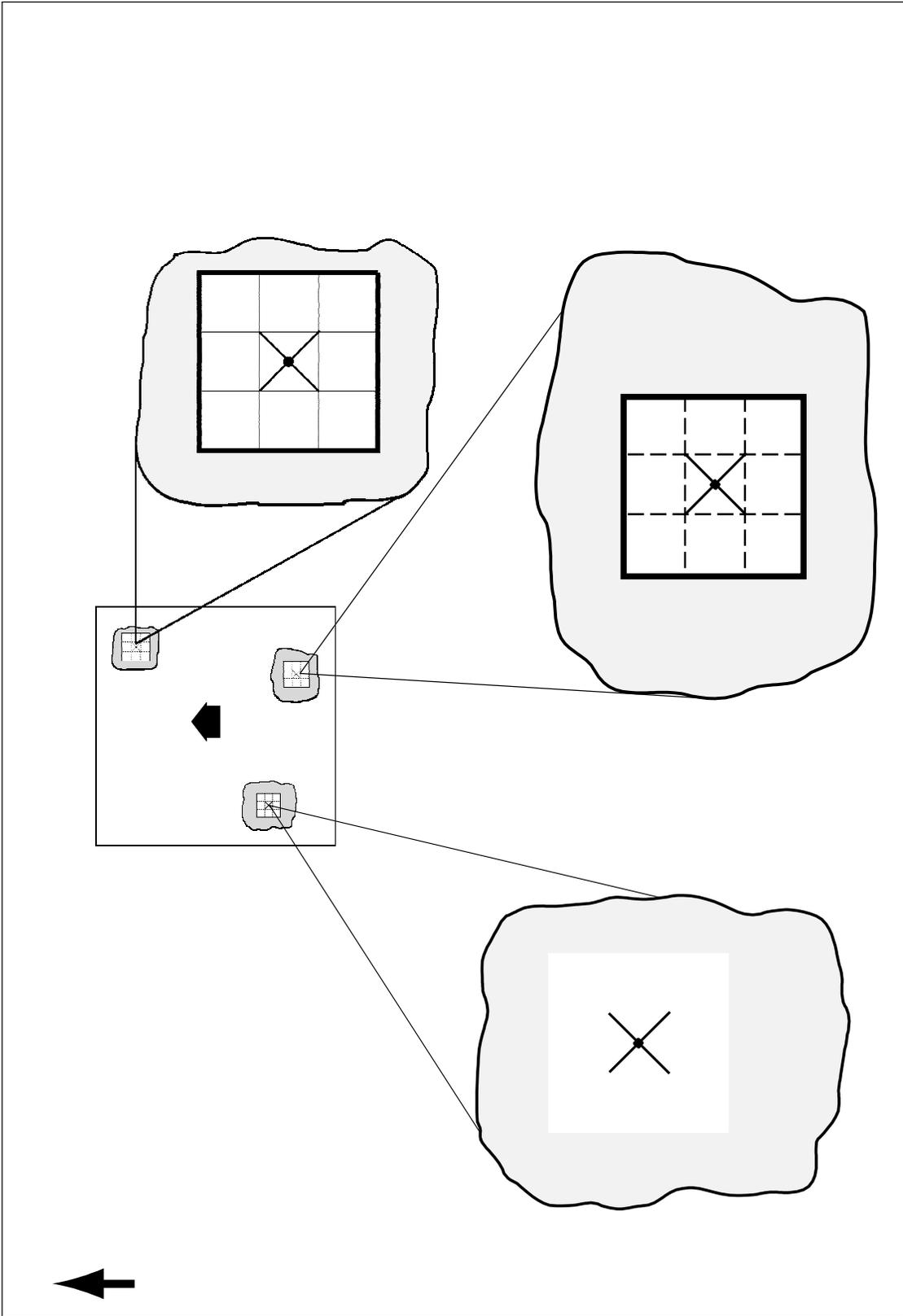
**Tous les sites d'échantillonnage de couverture du sol sont visités au moins une fois mais peuvent être visités de nombreuses fois à des moments différents de l'année, ou d'années différentes, afin de mener des études sur les changements de la biomasse au cours du temps.**

Par exemple, au lieu de prendre des mesures seulement une fois pendant la croissance de chênes, on peut prendre des mesures deux fois par an chaque année. Votre visite semestrielle devra avoir lieu une fois pendant la période de croissance des chênes, et une autre fois pendant la saison de moindre activité (par exemple été/hiver ou saison de pluie/saison sèche). Si vous n'avez pas de variations saisonnières de pluie ou de température dans votre région, ne prenez les mesures qu'une fois par an.

Vous devez obligatoirement marquer tous les arbres et pins que vous étudiez, car vous devrez étudier les mêmes chaque fois. De cette façon vous décrirez les changements / la croissance du même arbre ou arbuste quand vous consignerez vos résultats.

### ***Comment orienter un site d'échantillonnage de couverture du sol***

Sélectionnez une zone homogène de 90 m x 90 m. Utilisez vos images Landsat TM et/ou votre connaissance de la région pour vous permettre



de localiser ce site. Une zone homogène a la même classification MUC partout.

Afin de déterminer si votre site fait au moins 90 m x 90 m dans les directions cardinales, mesurez au pas 90 m à partir d'un coin de la zone (Voir *Mesurer au pas* dans *Instruments*). Mesurez dans deux directions, soit Nord ou Sud ET Est ou Ouest. Cela vous donnera une estimation de la position de deux coins supplémentaires. Estimez la position du dernier coin. Si le zone entière est homogène, le site est approprié. (Par exemple, si une zone de 30 m x 30 m au sein d'un site forestier est couverte à moins de 40 % par des arbres, le site n'est pas homogène).

Nommez le site. Le nom du site doit être unique et identifier le site sans ambiguïté. On ne doit pas choisir un nom frivole.

Note : Des zones qui se ressemblent sur les images Landsat peuvent ne pas être homogène et ne pas avoir la même classification MUC sur tout le site. Vous devez prendre la décision finale sur le site.

### **Comment effectuer des mesures biométriques**

Une fois que vous avez vérifié que le site est une zone homogène de 90 m x 90 m alignée dans les directions cardinales (N,S,E et O) vous devez déterminer sa classe MUC de niveau 1. Les mesures biométriques sont effectuées dans la zone de 30 m x 30 m au centre du site d'échantillonnage de couverture du sol de 90 m x 90 m. Les étudiants prennent certaines des mesures biométriques en arpentant une diagonale de la zone centrale.

**La quantité et les types de mesures biométriques sont déterminées par les informations dont vous avez besoin pour classer le site selon le niveau de classification MUC le plus détaillé.** Voir *Schéma LAND-SS-1* pour avoir des exemples de mesures qui sont appropriés pour des types de couverture du sol précis. La couverture du sol doit presque toujours être mesurée sur un site naturel. Ces mesures vous aideront à déterminer la classification MUC de niveau 1. L'identification des espèces des arbres et des arbustes ainsi que la détermination de leur

hauteur vous aideront à déterminer le niveau de classification MUC plus élevé. Leur circonférence est utile aux scientifiques et aux étudiants lorsqu'ils étudient la variation de la biomasse au cours du temps ou lorsqu'ils font des classifications particulières à partir d'imagerie satellite. Voir le *Protocole de biométrie* pour des instructions détaillées.

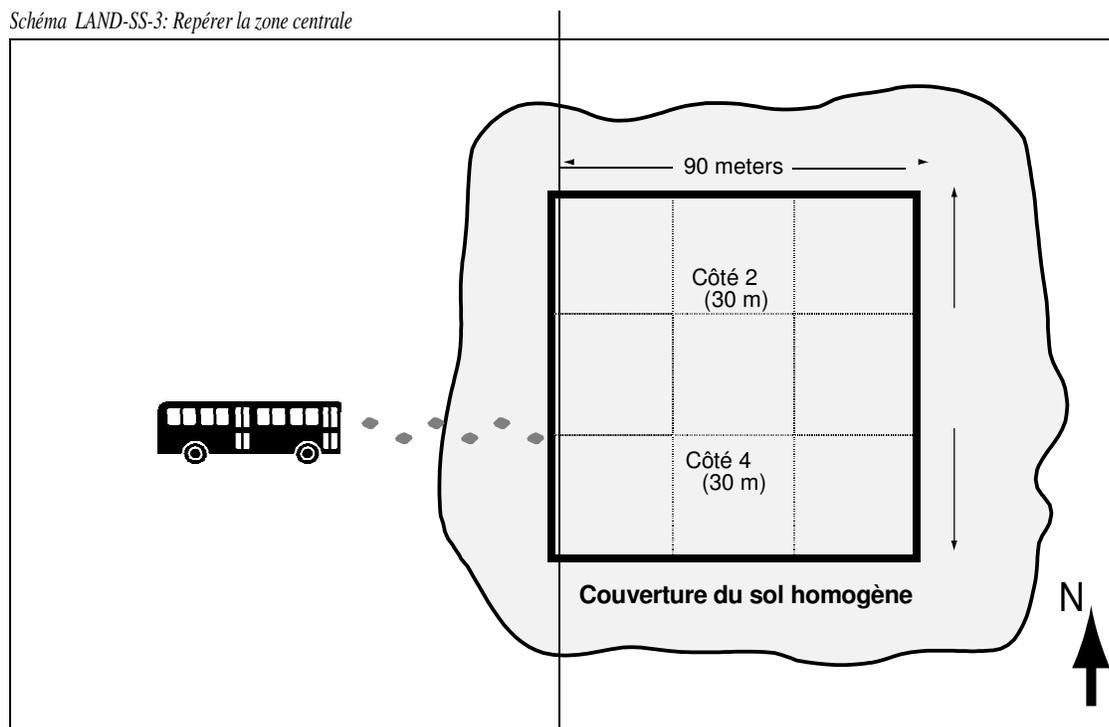
Si le site n'est pas visible de la route ou du chemin, reportez les azimuts et le nombre de pas nécessaires pour atteindre le coin ou le centre du site à partir de la route ou du chemin. Quand ce n'est pas nécessaire, vous pouvez tout de même décider de le reporter. Si il y a une chance que vous y retourniez plus tard, vous devriez marquer le centre du site de 90 m x 90 m de sorte que vous le retrouviez rapidement.

Effectuez les mesures biométriques conformément au *Protocole de biométrie*. Cela implique de faire ce qui suit :

- Marquez le centre du site de 90 m x 90 m où vous allez prendre vos mesures.
- Divisez les étudiants en quatre groupes. Assignez à chaque groupe une direction pour marcher et prendre les mesures de couverture du sol le long d'une diagonale à partir du centre. A l'aide d'une boussole, assignez à groupe une des directions suivantes : NE (45°), SE (135°), SO (225°) et NO (315°).
- Chaque diagonale mesurant 42,4 m, chaque groupe doit marcher 21,2 m (la moitié de 42,4)

	MUC 71	MUC 811	MUC 92	MUC 0222	MUC 1222	MUC 91	MUC 93	MUC 824	MUC 4223	Total Lignes
MUC 71										1
MUC 811										4
MUC 92										3
MUC 0222										2
MUC 1222										1
MUC 91										2
MUC 93										2
MUC 824										0
MUC 4223										0
Total Colonne	1	2	3	2	1	2	1	2	1	15

Schéma LAND-SS-3: Repérer la zone centrale



Si vous le souhaitez, mettez des repères à chaque coin.

Mettez en commun les données de chaque groupe afin de choisir votre classification MUC définitive, et envoyez-la à GLOBE

Si vous choisissez de passer plus de temps sur le terrain ou que vous désirez vous exercer davantage à la mesure de pas et à la boussole, voici un moyen de marquer la zone centrale d'un site d'échantillonnage de couverture du sol de 90 m x 90 m.

Voir Schéma LAND-SS-3

Placez un repère là où vous voulez qu'il y ait l'un des coins de cette zone centrale.

Utilisez votre boussole et votre mètre pour vous déplacer de 30 m dans une direction cardinale (N, S, E, ou O). Placez un second repère au bout de ce transect. Cela forme le côté un.

A partir du second repère, déplacez-vous de 30 m perpendiculairement au côté un. Placez un troisième repère au bout de ce transect. Cela forme le côté deux.

A partir du troisième repère, déplacez-vous de 30 m perpendiculairement au côté deux et parallèlement au côté un. Placez un quatrième repère au bout de ce transect. Cela forme le côté trois.

A partir du quatrième repère, déplacez-vous de 30 m vers votre repère d'origine. Si votre transect se termine à moins de 2 ou 3 mètres de votre repère d'origine, vous avez réussi. Si vous êtes plus loin de votre marqueur, vérifiez l'azimut de votre boussole pour chaque côté, vérifiez la longueur de chaque côté puis réessayez.

Déterminez le centre de votre carré en arpentant les transects diagonaux et en plaçant un repère à leur intersection. Vous pouvez utiliser de la ficelle pour faire ces diagonales. Notez également que ces deux diagonales doivent avoir la même longueur.

## **Questions fréquentes**

### **1. Et si mon site homogène ne fait pas 90 m x 90 m ?**

Si votre site n'est pas homogène, vous allez devoir trouver un autre site qui fait 90 x 90 m sur lequel la couverture du sol est la même.

### **2. Dans le *Guide de l'enseignant* de 1997, la partie *Couverture du sol* parle de sites d'échantillonnage de couverture du sol qualitatifs et quantitatifs et de sites d'étude de la biologie, mais pas dans cette version. Pourquoi ? Qu'est-ce qui a changé dans cette partie ?**

Dans la version 2003 du *Guide de l'enseignant*, nous avons supprimé la terminologie concernant différents types de sites d'étude de la couverture du sol. Dans la version de 1997, les mesures biométriques n'étaient effectuées et mises dans la base de données GLOBE que pour les sites d'échantillonnage de la couverture du sol quantitatifs et les sites d'étude de la biologie pour les forêts, les zones boisées et pour la végétation herbacée (MUC 0, 1 et 4). Dorénavant, les données biométriques peuvent être relevées pour la plupart des classes MUC. C'est au professeur et aux étudiants de décider quelle quantité de données biométriques doit être relevées. Nous voudrions que vous collectiez des données de couverture du sol tout le long des deux diagonales à l'intérieur de la zone centrale de 30 m x 30 m de votre site de 90 m x 90 m.

### **3. Que faut-il faire si on a déjà établi un Site d'étude de la biologie, un site de couverture du sol permanent où nous retournons chaque année mais qui n'est pas homogène sur une zone de 90 m x 90 m ?**

Si la zone autour de votre site d'étude de la biologie est homogène avec votre ancien site d'étude de la biologie, vous pouvez l'utiliser, agrandissez simplement la zone de sorte qu'elle fasse 90 m x 90 m. Il sera simplement appelé site d'échantillonnage de la couverture du sol dorénavant. Vous pouvez encore y retourner et y effectuer des mesures. Cependant, si la zone autour de votre site d'étude de la biologie n'est pas homogène, vos données seront difficiles à comparer aux données satellite. Il y a une certaine quantité d'erreurs dans les mesures GPS, donc même si vous êtes au centre de votre site, la mesure peut en réalité être n'importe où dans la zone de 90 m x 90 m autour du centre. Vous allez devoir trouver un autre site. Vous pouvez toujours utiliser l'ancien site d'étude de la biologie pour vous entraîner.

### **4. Que puis-je faire en zone urbaine ?**

Vous pouvez effectuer l'étude complète. En zone urbaine, la plupart des sites sont plus développés que les classes naturelles. C'est pratique, donc trouvez autant de sites d'échantillonnage de la couverture du sol que possible. Ils sont très importants pour les scientifiques car la couverture du sol en milieu urbain est difficile à identifier et à distinguer sur les images Landsat TM.

### **5. Et s'il y a un étang sur notre zone de 90 m x 90 m ?**

Si un étang ou un cours d'eau s'écoule sur votre site de 90 m x 90 m, il n'est pas homogène et n'est donc pas un site valide. Essayez de déplacer le site afin d'exclure l'étang et de le rendre homogène.

### **6. Et si un cours d'eau coule à travers notre site ?**

Si le cours d'eau est petit (étroit), c'est-à-dire n'altère pas la classification MUC d'une zone de plus de 30 m x 30 m, alors c'est bon. Sinon, déplacez le site en pour exclure le cours d'eau.

### **7. Et si le site est sur une propriété privée ?**

Si le site est sur une propriété privée, demandez la permission avant d'y entrer.

### **8. Qu'est-ce que je fais si mon site d'échantillonnage de la couverture du sol a subi des changements catastrophiques depuis ma dernière visite ?**

Si votre site subi des changements catastrophiques (i.e. feu, tempête, ouragan, tornade) entre deux visites, décrivez-le dans la partie métadonnées et faites les mesures sur toute végétation existante (arbres, ...). Les scientifiques sont très intéressés par la vitesse de récupération ou de succession de tels sites. Si la zone de 90 m x 90 m est homogène, merci d'effectuer le *Protocole d'identification de la couverture du sol d'un échantillon de terrain*.

### **9. Il y a une petite clairière de 10 m x 10 m environ dans notre zone boisée. Est-ce que le site est tout de même homogène ?**

Oui, si la zone de 30 m x 30 m qui entoure cette clairière a la même classe MUC que le reste du site.

# Instruments de mesure

## Vue d'ensemble

Avant de commencer à collecter les données, assurez-vous d'avoir tout l'équipement nécessaire comme indiqué dans le Field Guides pour les protocoles. Certains des instruments utilisés pour Couverture du sol/Biologie que vous pouvez vous-même concevoir requièrent un traitement spécial selon leur usage. Cette section détaille la conception et l'utilisation de ces instruments, ce qui inclut :

**A. Le système MUC** est le système de classification des sols utilisé par GLOBE. Pour mener une classification en respectant le système MUC, Vous aurez besoin à la fois du *Tableau du Système MUC* (donné un peu plus tard dans cette section) et du *Glossaire des termes MUC* (qui peut être trouvé en *Appendice* de ce chapitre) ou le *Guide de terrain MUC* (fourni par GLOBE dans un ouvrage à part). Vous aurez aussi besoin d'être familier avec le système et ses diverses conventions.

**B. Densimètre** – un instrument pour mesurer le couvert forestier comme une partie des mesures de biométrie décrits dans les protocoles de Biométrie. Vous aurez besoin de fabriquer et de devenir familier avec l'utilisation des densimètres avant de vous lancer dans les relevés sur le terrain.

**C. Clinomètre** – un instrument qui vous permettra de mesurer la hauteur des arbres comme une partie des mesures de biométrie décrits dans le *protocole de Biométrie*. Vous aurez besoin de fabriquer et de devenir familier avec l'utilisation des clinomètres avant de vous lancer dans les relevés sur le terrain.

**D. Comptage des pas** – une technique qui vous sera très utile pour mesurer des distances pendant les relevés. Il est très important que vous mesuriez la longueur moyenne de vos pas et vous habituez à cette technique de mesure.

**E. Mesure par bande** – Très souvent utilisé tout au long des relevés pour la couverture des sols.

A la fin de cette section, vous trouverez l'Évaluation des Relevés des Instruments. Avant d'aller sur le terrain, utilisez cette évaluation pour vous assurez que vous savez comment utiliser correctement les instruments.

## A. Le système MUC

### **Le système de classification MUC**

L'étiquetage ou la classification de la couverture des sols est un des sujets majeurs de Couverture du Sol/Biologie. Afin que les étudiants, les professeurs et les chercheurs qui utilisent les données de GLOBE comprennent exactement quel type de couverture a été identifié en un site donné, nous devons tous avoir un langage de couverture des sols « commun ». Le programme GLOBE utilise la Classification UNESCO Modifiée (Modified UNESCO Classification, MUC), un système de classification qui suit les standards internationaux et utilise une terminologie écologique pour l'identification de chaque type de couverture. L'équipe chargée de la couverture des sols a modifié un système de classification utilisé par l'UNESCO en y ajoutant une couverture avancée et en y apportant quelques légères retouches.

Tous les systèmes de classification, dont le système MUC, ont quatre caractéristiques qui sont :

1. Chaque classification a ses propres appellations, qui sont les titres de classes et des définitions ou des règles, les critères que vous appliquez pour pouvoir décider à quelle classe appartient tel objet.
2. Tous les systèmes sont arrangés dans une structure hiérarchique (plusieurs niveaux de classes) ou à branches. A n'importe quel niveau de détail, toutes les différentes classes doivent pouvoir se fondre dans la classe suivante, faisant l'objet d'une description moins poussée, et correspondre encore à la définition.
3. Elles sont exhaustives, à chaque objet correspond forcément une classe.
4. Enfin, chaque système est mutuellement exhaustif. C'est-à-dire qu'il y a une seule et unique classe appropriée à un objet donnée.

En utilisant un standard international de

classification, toutes les données GLOBE peuvent être compilées pour donner un seul et unique jeu de données de couverture du sol. Cette classification est un outil pour pouvoir classer n'importe quel type de couverture de sol sur Terre dans une unique classe. Ainsi, les données peuvent être réunies et utilisées pour valider à distance les données satellites en suivant les mêmes protocoles scientifiques à travers le monde. Cette classification rend les utilisateurs de GLOBE capables de décrire avec précision la couverture du sol présente en n'importe quel point de la Terre en utilisant les mêmes critères que les autres participants au projet GLOBE. Afin de commencer à collecter des informations, vous devez néanmoins comprendre le système MUC.

### **Organisation du Système MUC**

Il y a deux composantes dans le système MUC. La première est les contours du système de classification, définis dans le *Tableau du Système MUC* (donné un peu plus tard dans cette section) qui dresse une liste hiérarchique d'appellations pour chaque classe. La deuxième est le *Glossaire des Termes MUC* (qui peut être trouvé en Appendice de ce chapitre) avec ses règles et ses définitions. Ces deux parties sont combinées dans le *Guide de Terrain MUC*. Lors d'un stage GLOBE, vous trouverez le *Guide de Terrain MUC* dans le kit du professeur. Vous et vos étudiants pouvez choisir d'utiliser le *Tableau du Système MUC* et le *Glossaire des Termes MUC* ou bien le *Guide de Terrain MUC* dans votre classification. Certains

étudiants choisissent d'utiliser les deux. Toutefois, quelque soit le document que vous utilisez, avant de classer un type de couverture, il est impératif et crucial de vérifier que la classe de couverture du sol que vous pensez s'appliquer à un terrain donné corresponde bien à la définition de la dite classe. Même si vous êtes persuadé de savoir ce qu'est une Forêt Dense, vous devriez néanmoins vérifier que votre terrain est bien une Forêt Dense et non pas une Région Boisée.

MUC a une structure hiérarchique ou à branche selon décision avec 10 classes de niveau 1. Ces classes sont très générales et facilement identifiables. Vous devez sélectionner une seule et unique classe MUC pour identifier un type de couverture au niveau 1. Dans chaque classe de niveau 1, il y a ensuite de 2 à 6 classes de niveau 2 plus détaillées. Les classes de niveau 2 sont aussi assez générales et facilement identifiables. Les niveaux 3 puis 4 sont plus spécifiques. La structure hiérarchique du système MUC tend à simplifier le processus de classification. A chaque niveau, votre choix est automatiquement réduit à une sélection de classe de niveau supérieur dont la définition rentre dans celle de la classe que vous venez de choisir. Ainsi, malgré les quelques 150 classes que comporte le système MUC, vous n'avez à chaque fois qu'à choisir parmi 3 à 6 types de terrain. Afin de mener les relevés de Couverture des Sols/Biologie, il est nécessaire de commencer par identifier la classe MUC de niveau 1 pour chaque site échantillon de couverture du sol. Chaque classe de niveau 1 est générale et peut être identifiée en estimant simplement le pourcentage de couverture dominante

<b>Code MUC</b>	<b>Classes MUC de Niveau 1</b>	<b>Couverture minimale requise</b>
0	Forêt Dense	>40% arbres, hauteur >5 m, feuillage se recouvrant
1	Région Boisée	>40% arbres, hauteur >5 m, feuillage sans recouvrement
2	Maquis	>40% arbustes ou fourrés, hauteur entre 0.5 et 5 m
3	Formation Arbustive Naine	>40% arbustes ou fourrés, hauteur inférieure à 0.5 m
4	Végétation herbacée	>60% plantes herbacées, grasses, and forbs (broad-leaved)
5	Terre Stérile	<40% couvert végétal
6	Marécage	>40% couvert végétal, incluant les marais
7	Eaux Libres	>60% eaux libres
8	Terres Cultivées	>60% espèces cultivées par l'Homme
9	Milieu Urbain	>40% couvert urbain (immeubles, pavements, etc)

sur le site. Souvent, cela peut se faire de manière visuelle. Parfois, il vous sera nécessaire de prendre des mesures de la couverture dominante pour déterminer précisément la classe MUC de niveau 1. Les procédures pour prendre de telles mesures sont décrites dans le protocole de Biométrie. Le tableau LAND-SS-1 montre les 10 classes MUC de niveau 1. Une fois que l'une de ces classes est sélectionnée, seules les classes MUC de niveaux 2 devront être considérées. Ainsi de suite pour choisir les classes MUC de niveau 3 puis 4. Il est très important que les définitions des classes aient été vérifiées afin d'être sûr que la bonne classe a été choisie.

### **Utiliser le système MUC**

#### *Utilisation du Glossaire des Termes du système MUC et le Tableau du Guide du Professeur.*

Lorsque vous classifiez la couverture du sol à l'aide du système MUC, commencez toujours par la classe de niveau 1 et continuez avec les classes plus détaillées. Huit de ces choix sont des types de couverture du sol naturels et deux sont des couvertures développées.

Le système MUC a 10 classes de niveau 1, comprenant la Forêt Dense, Région Boisée et Urbain. Les classes de niveau 2 dans la Forêt Dense sont à Feuillage Persistant, Principalement Caducifoliée et extrêmement xéromorphique (Sec). Ces classes de niveau 2 contiennent plus de détails que le niveau 1, Forêt Dense, et correspondent toutes à la définition de la classe Forêt Dense. En d'autres termes, chaque membre de ces trois classes de niveau 2 est aussi membre de la classe de niveau 1. Se référer au tableau LAND-SS-2. C'est une version condensée de MUC, ne présentant que les classes de niveau 1 et 2.

Le système MUC a jusqu'à 4 niveaux de classes arrangées de manière hiérarchique. Chaque niveau supérieur s'appuie sur une description plus fine des propriétés du terrain. Les codes des classes MUC qui vont jusqu'à 4 chiffres sont associés avec les classes MUC, avec un chiffre par niveau de classe. Se référer au Tableau LAND-SS-3

### **Classifier la couverture du sol en utilisant le tableau du système MUC et le Glossaire des Termes MUC**

- Observez la couverture du sol du terrain considéré et lisez les définitions des 10 classes de niveau 1. Choisissez parmi celles-ci celle qui décrit le mieux le site. Si nécessaire, prenez des mesures de la hauteur de la végétation du couvert forestier et de la couverture du sol et identifiez la végétation dominante et co-dominante pour vous aider à décider quelle classe de niveau 1 convient le mieux. Se référer au guide de terrain pour les Protocoles de Biométrie.
- Une fois que vous avez choisi votre classe de niveau 1, lisez les définitions des classes de niveau 2 correspondantes à la classe de niveau 1 que vous venez de choisir. Si aucune des définitions ne correspond, revenez en arrière et reconsidérez la définition de la classe de niveau 1 pour en choisir une autre.
- Choisissez la classe de niveau 2 qui décrit le mieux la couverture du sol du site. Vous aurez peut-être besoin de faire des mesures de biométrie et relire les définitions.
- Une fois que vous avez choisi votre classe de niveau 2, lisez les définitions des classes de niveau 3 correspondantes à la classe de niveau 2 que vous venez de choisir. Si aucune des définitions ne correspond, revenez en arrière et reconsidérez la définition de la classe de niveau 2 pour en choisir une autre. S'il n'y a aucune classe de niveau 3, vous en avez terminé.
- Choisissez la classe de niveau 3 qui décrit le mieux la couverture du sol du site. Vous aurez peut-être besoin de faire des mesures de biométrie et relire les définitions.
- Une fois que vous avez choisi votre classe de niveau 3, lisez les définitions des classes de niveau 4 correspondantes à la classe de niveau 3 que vous venez de choisir. Si aucune des définitions ne correspond, revenez en arrière et reconsidérez la définition de la classe de niveau 3 pour en choisir une autre. S'il n'y a aucune classe de niveau 4, vous en avez terminé.
- Enregistrez la classe MUC (jusqu'à quatre chiffres) à l'endroit approprié dans la Feuille de Relevé.

Tableau LAND-SS-2: niveau 1 et 2 MUC

## Niveau 1

## Niveau 2

<b>Couverture Naturelle</b>	0 Forêt Dense	01 Principalement à feuillage persistant
		02 Principalement à feuillage caducifolié
		03 Extrêmement Xéromorphique (Sèche)
	1 Région Boisée	11 Principalement à feuillage persistant
		12 Principalement à feuillage caducifolié
		13 Extrêmement Xéromorphique (Sèche)
	2 Maquis	21 Principalement à feuillage persistant
	22 Principalement à feuillage caducifolié	
	23 Extrêmement Xéromorphique (Sèche)	
3 Formation arbustive naine	31 Principalement à feuillage persistant	
	32 Principalement à feuillage caducifolié	
	33 Extrêmement Xéromorphique (Sous désert)	
	34 Toundra	
4 Végétation Herbacée	41 Graminées longues	
	42 Graminées longues à moyennes	
	43 Graminées courtes	
	44 Végétation latifoliée	
5 Terre Stérile	51 Etendues salifères séchées	
	52 Zones sablonneuses	
	53 Roche nue	
	54 Champs de neiges permanents	
	55 Glaciers	
	56 Autre	
6 Marécage	61 Fluvial	
	62 Palustre	
	63 Estuarien	
	64 Lacustre	
7 Eaux Libres	71 Eau douce	
	72 Eau de mer	
<b>Couverture Développée</b>	8 Terres cultivées	81 Agricole
		82 Non agricole
	9 Milieu Urbain	91 D'habitation
		92 Commercial ou Industriel
		93 De transport
		94 Autre

## *Comment utiliser le guide de terrain MUC*

Le guide de terrain MUC est conçu pour vous guider à travers les classes MUC de la plus générale à la plus détaillée. Les plus détaillées seront les niveaux 2, 3 et 4 dépendant de la classe de couverture du sol choisie. A chaque niveau une ou plusieurs questions vous seront posées à propos de ce site ou une liste d'options dont vous sélectionnerez la meilleure description pour le site. Votre sélection ou votre réponse à une question (typiquement OUI ou NON) vous redirigera vers une autre question jusqu'à ce que vous atteigniez la classe MUC la plus spécifique et adaptée à votre site. Lorsque vous atteignez le niveau le plus détaillé, alors vous en aurez terminé.

Chaque classe d'un même niveau a un identifiant unique ou code numérique. Votre classification la plus détaillée devra être identifiée par un nombre fait à partir de ces chiffres. Dans le Guide de Terrain MUC, la définition provenant du Glossaire des Termes MUC est donnée pour chaque niveau MUC. Les questions décrites ci-dessus et ces définitions sont données sur le côté gauche de la page. Sur le côté droit, se trouve les définitions de mots utilisés pour définir la classe MUC, ainsi que quelques notes pour vous aider à décider comment faire la sélection. Des dessins sont insérés à tout au long du guide pour vous aider à mieux comprendre les types de végétation et les règles utilisées par le système MUC. Un tableau montrant toutes les classes MUC est inclus à la fin de ce guide.

## **Conseils utiles**

- Vos étudiants doivent se référer aux définitions dans le Guide Terrain MUC ou le Glossaire de Termes MUC pour caractériser la zone.
- Pour distinguer certaines classes d'autres, il est nécessaire de pratiquer des mesures quantitatives du pourcentage de votre site qui est couvert par différents types de végétation et/ou la taille de celle qui est domine. Vous pouvez identifier la classe MUC appropriée en utilisant les mesures trouvées dans le protocole de Biométrie
- Pour classifier une couverture du sol, vous aurez besoin soit le Guide Terrain MUC ou le Glossaire des Termes MUC en rapport avec le Tableau du Système MUC
  - Afin de simplifier le Tableau du Système MUC et le Glossaire des Termes MUC pour les étudiants, certains professeurs modifient ceux-ci en éliminant des choix très peu probables comme les glaciers ou les étendues d'eau dans quand ils se trouvent dans un désert ou bien les forêts xéromorphiques (très sèches) dans un environnement humide, etc.

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	NOTES AND EXAMPLES
Natural Cover	01 Mainly Evergreen	011 Tropical Wet (Rain)	0111 Lowland	Costa Rica: Atlantic slope Costa Rica: Sierra de Talamanca Jamaica: Blue Mountains
			0112 Submontane	
			0113 Montane	
			0114 Subalpine	
			0115 Cloud	
		012 Tropical and Subtropical Seasonal	0121 Lowland	
			0122 Submontane	
			0123 Montane	
			0124 Subalpine	
		013 Tropical and Subtropical Semi-Deciduous	0131 Lowland	Ceiba spp.
			0133 Montane and Cloud	
		014 Subtropical Wet	0141 Lowland	Queensland, Australia, and Taiwan
			0142 Submontane	
			0143 Montane	
			0144 Subalpine	
			0145 Cloud	
		015 Temperate or Subpolar Wet	0151 Temperate	Chilean Coast
			0152 Subpolar	
		016 Temperate with Broad-Leaved Deciduous	0161 Lowland	Eucalyptus regnans, E. diversicolor USA: California live-oak forest
0162 Submontane				
0163 Montane				
0164 Subalpine				
017 Winter-Rain Broad-Leaved Sclerophyllous	0171 Lowland and Submontane >50m	Pinus spp. forest of Honduras and Nicaragua Pinus spp. forest of Philippines and southern Mexico		
	0172 Lowland and Submontane <50m			
018 Tropical and Subtropical Needle-Leaved	0181 Lowland and Submontane	Sequoia and Pseudotsuga spp., Pacific W. of N. America Pinus spp. Picea and Abies spp.: USA California Red Fir forests Boreal, short branches		
	0182 Montane and Subalpine			
019 Temperate and Subpolar Needle-Leaved	0191 Giant (>50 m)			
	0192 Irregularly Rounded Crowns			
	0193 Conical Crowns			
	0194 Cylindrical Crowns			
0 Closed Forest				

LEVEL 1 LEVEL 2 LEVEL 3 LEVEL 4 NOTES AND EXAMPLES

Natural Cover

0 Closed Forest

02 Mainly Deciduous

021 Tropical and Subtropical Drought-Deciduous

0211 Broad-Leaved Lowland and Submontane  
0212 Montane and Cloud

Northwest Costa Rica  
Northern Peru

022 Cold-Deciduous with Evergreens

0221 With Evergreen Broad-Leaved Trees and Climbers  
0222 With Evergreen Needle-Leaved Trees

Western Europe: *Ilex aquifolium*, *Hedera helix*  
North America: *Magnolia* spp.  
Northeastern US: maple-hemlock forest

023 Cold-Deciduous without Evergreen Trees

0231 Temperate Lowland and Submontane Broad-Leaved Montane and Boreal  
0232  
0233 Subalpine and Subpolar

Grades into woodland

031 Sclerophyllous-Dominated

032 Thorn-Dominated

0321 Mixed Deciduous-Evergreen  
0322 Purely Deciduous

03 Extremely Xeromorphic (Dry)

033 Mainly Succulent

11 Mainly Evergreen

111 Broad-Leaved

112 Needle-Leaved

1121 Irregularly Rounded Crowns  
1122 Conical Crowns  
1123 Cylindrical Crowns

*Pinus* spp.  
Mostly subalpine  
Boreal regions: *Picea* spp.

121 Drought-Deciduous

1211 Broad-Leaved Lowland and Submontane  
1212 Montane and Cloud

12 Mainly Deciduous

122 Cold-Deciduous with Evergreens

1221 With Evergreen Broad-Leaved Trees and Climbers  
1222 With Evergreen Needle-Leaved Trees

123 Cold-Deciduous without Evergreen Trees

1231 Broad-Leaved  
1232 Needle-Leaved  
1233 Mixed

131 Sclerophyllous-Dominated

132 Thorn-Dominated

1321 Mixed Deciduous-Evergreen  
1322 Purely Deciduous

13 Extremely Xeromorphic (Dry)

133 Mainly Succulent

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	NOTES AND EXAMPLES								
Natural Cover	2 Shrubland or Thicket	21 Mainly Evergreen	2111 Low Bamboo	Mediterranean dwarf-palm, Hawaiian tree-fern Subalpine <i>Rhododendron</i> thickets, or <i>Hibiscus</i> <i>tiliaceus</i> matted thickets of Hawaii, USA Chapparal or maechia <i>Cistus</i> heath								
			2112 Tuft-Tree									
			2113 Broad-Leaved Hemi-Sclerophyllous									
			2114 Broad-Leaved Sclerophyllous									
			2115 Suffruticose									
			212 Needle-Leaved or Microphyllous	2121 Needle-Leaved 2122 Microphyllous	<i>Pinus muphus</i> , "Krummholz" Tropical subalpine							
			3 Dwarf-Shrubland or Dwarf-Thicket	32 Mainly Deciduous	22 Mainly Deciduous	221 Drought-Deciduous with Evergreen Woody Plants	E. Mediterranean: <i>Asparagus</i> and <i>Acantholimon</i> spp. <i>Nardus-Calluna</i> heath Greece: <i>Phryganea</i> spp.					
						222 Drought-Deciduous without Evergreen Woody Plants						
						223 Cold-Deciduous						
						31 Mainly Evergreen		23 Extremely Xeromorphic (Subdesert) Shrubland	231 Mainly Evergreen	2311 Purely Evergreen	Australia, N. America: <i>Atriplex-Kochia-saltbush</i>	
2312 Semi-Deciduous												
2321 Without Succulents												
2322 With Succulents												
32 Mainly Deciduous	321 Dwarf-Thicket	312 Dwarf-Shrubland								3111 Caespitose		<i>Calluna</i> heath <i>Loiseleuria</i> heath
										3112 Creeping		
										3121 Cushion		
			33 Mainly Deciduous	331 Mixed Evergreen and Herbaceous Dwarf-Shrubland	313 Mixed Evergreen and Herbaceous Dwarf-Shrubland		3131 True Evergreen & Herbaceous Mixed			E. Mediterranean: <i>Asparagus</i> and <i>Acantholimon</i> spp. <i>Nardus-Calluna</i> heath Greece: <i>Phryganea</i> spp.		
							3132 Partial Evergreen & Herbaceous Mixed					
							34 Mainly Deciduous					
						3422 Creeping Dwarf-Thicket						
						3423 Cushion Dwarf-Shrubland						
						3424 Mixed Dwarf-Shrubland						
						35 Mainly Deciduous		351 Cold-Deciduous	352 Cold-Deciduous		3521 Caespitose Dwarf-Thicket	
3522 Creeping Dwarf-Thicket												
3523 Cushion Dwarf-Shrubland												
3524 Mixed Dwarf-Shrubland												

NOTES AND EXAMPLES

LEVEL 4

LEVEL 3

LEVEL 2

LEVEL 1

LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	NOTES AND EXAMPLES	
3 Dwarf-Shrubland or Dwarf-Thicket	33 Extremely Xeromorphic (Subdesert) Dwarf-Shrubland	331 Mainly Evergreen	3311 Purely Evergreen 3312 Semi-Deciduous		
		332 Mainly Deciduous	3321 Without Succulents 3322 With Succulents		
	34 Tundra	341 Mainly Bryophyte	3411 Caespitose 3412 Creeping		
		342 Mainly Lichen			
4 Herbaceous Vegetation	41 Tall Graminoid	411 With Trees Covering 10-40 %	4110 Trees: Needle-Leaved Evergreen		
			4111 Trees: Broad-Leaved Evergreen		
			4112 Trees: Broad-Leaved Semi-Evergreen		
			4113 Trees: Broad-Leaved Deciduous		
	412 With Trees Covering < 10 %	4120 Trees: Needle-Leaved Evergreen			
		4121 Trees: Broad-Leaved Evergreen			
		4122 Trees: Broad-Leaved Semi-Evergreen			
		4123 Trees: Broad-Leaved Deciduous			Termite savannah
	413 With Shrubs	4134 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests	4130 Shrubs: Needle-Leaved Evergreen		
			4131 Shrubs: Broad-Leaved Evergreen		
414 With Tuft Plants	415 Without Woody Synusia	4132 Shrubs: Broad-Leaved Semi-Evergreen			
		4133 Shrubs: Broad-Leaved Deciduous			
		4134 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests			Termite savannah
		4141 Tropical with Palms			Bolivia: <i>Arocomia totai</i> and <i>Aitalea princeps</i>
42 Medium Tall Graminoid	421 With Trees Covering 10-40 %	4151 Tropical			
		4210 Trees: Needle-Leaved Evergreen			
		4211 Trees: Broad-Leaved Evergreen			Low-latitude Africa, lower Amazon, upper Nile
		4212 Trees: Broad-Leaved Semi-Evergreen			
422 With Trees Covering < 10 %	4224 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests	4213 Trees: Broad-Leaved Deciduous			
		4220 Trees: Needle-Leaved Evergreen			
4224 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests	422 With Trees Covering < 10 %	4221 Trees: Broad-Leaved Evergreen			
		4222 Trees: Broad-Leaved Semi-Evergreen			
		4223 Trees: Broad-Leaved Deciduous			Termite savannah
		4224 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests			

LEVEL 1 LEVEL 2 LEVEL 3 LEVEL 4 NOTES AND EXAMPLES

Natural  
Cover

42 Medium Tall  
Graminoid

- 4230 Shrubs: Needle-Leaved Evergreen
- 4231 Shrubs: Broad-Leaved Evergreen
- 4232 Shrubs: Broad-Leaved Semi-Evergreen
- 4233 Shrubs: Broad-Leaved Deciduous
- 4234 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests
- 4235 Woody Synusia of Deciduous Thorny Shrubs

Termite savannah

424 Open Synusia of Tuft Plants

4241 Subtropical with Open Palm Groves

425 Without Woody Synusia

4251 Mainly Sod Grasses

4252 Mainly Bunch Grasses

USA, Eastern Kansas: tall-grass prairie  
New Zealand: *Festuca novae-zelandiae*

431 With Trees Covering 10-40 %

- 4310 Trees: Needle-Leaved Evergreen
- 4311 Trees: Broad-Leaved Evergreen
- 4312 Trees: Broad-Leaved Semi-Evergreen
- 4313 Trees: Broad-Leaved Deciduous

432 With Trees Covering < 10 %

- 4320 Trees: Needle-Leaved Evergreen
- 4321 Trees: Broad-Leaved Evergreen
- 4322 Trees: Broad-Leaved Semi-Evergreen
- 4323 Trees: Broad-Leaved Deciduous
- 4324 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests

Termite savannah

433 With Shrubs

- 4330 Shrubs: Needle-Leaved Evergreen
- 4331 Shrubs: Broad-Leaved Evergreen
- 4332 Shrubs: Broad-Leaved Semi-Evergreen
- 4333 Shrubs: Broad-Leaved Deciduous
- 4334 Tropical and Subtropical with Trees and Shrubs in Tufts on Termite Nests
- 4335 Woody Synusia of Deciduous Thorny Shrubs

Termite savannah

43 Short Graminoid

434 Open Synusia of Tuft Plants

4341 Subtropical with Open Palm Groves

435 Mainly Bunch Grasses with  
Woody Synusia

- 4351 Tropical Alpine with Tuft Plants
- 4352 Tropical Alpine without Tuft Plants
- 4353 Tropical and Subtropical Alpine with Open Stands of Evergreens
- 4354 With Dwarf Shrubs

USA, Colorado: short-grass prairie

436 Without Woody Synusia

4361 Short-Grass Communities

4362 Bunch-Grass Communities

	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4	NOTES AND EXAMPLES			
Natural Cover	4 Herbaceous Vegetation	44 Forb Vegetation	437 Short to Medium Tall Mesophytic Communities	4371 Sodgrass Communities	N. America, Eurasia: Low altitude, cool, humid			
			441 Tall Communities	4372 Alpine and Subalpine Meadows	High latitudes			
			442 Low Communities	4411 Fern Thickets 4412 Mainly Annual 4413 Mainly Perennial Flowering Forbs and Ferns				
	5 Barren Land	51 Dry Salt Flats 52 Sandy Areas 53 Bare Rock 54 Perennial Snowfields 55 Glaciers 56 Other	61 Riverine 62 Palustrine 63 Estuarine 64 Lacustrine	4421 Mainly Perennial Flowering Forbs and Ferns	4422 Mainly Annual			
				6 Wetland	71 Freshwater 72 Marine			
	7 Open Water							
	Developed Cover	8 Cultivated Land	81 Agriculture	811 Row Crop and Pasture	812 Orchard and Horticulture			
				813 Confined Livestock feeding	814 Other Agriculture			
82 Non-Agriculture				821 Parks and Athletic fields	822 Golf Courses	823 Cemeteries	824 Other Non-Agriculture	
				9 Urban	91 Residential	92 Commercial and Industrial	93 Transportation	94 Other

### **Exemple de classification MUC**

Ci-dessous figure un exemple expliquant comment assigner une classe MUC à un terrain donné. Trois autres exemples figurent dans les Appendices. Ce premier exemple doit être fait par vous et suivi par vos élèves. Tandis qu'ils pourront s'exercer par eux-mêmes sur les trois autres (dans les *Appendices*) les étudiants doivent être capables de choisir une classe MUC de manière sûre après avoir résolu le dernier exemple.

La réponse pour l'exemple ci-dessous est **4213**.

Les définitions des classes MUC et les terminologies scientifiques sont données dans le Glossaire des Termes MUC et le Guide de Terrain MUC. Référez-vous TOUJOURS à ces définitions plutôt que de faire confiance à votre mémoire ou de faire appel à des connaissances générales lorsque vous voulez déterminer la classe MUC qui correspond à une zone.

#### **Exemple 1**

Pour la couverture de votre terrain (90 m x 90 m), vous avez choisi une zone homogène. Ce la signifie que la zone entière recevra la même classe MUC. Environ 80% de la zone est couverte par des graminées (herbe) et des buissons (feuilles larges) d'à peu près 1 mètre de haut. Il y a un mélange 75% de graminées et 25% de buissons.

Les arbres à feuilles larges caduques couvrent environ 15 à 20% du site.

**Niveau 1:** regardez dans le Tableau du Système MUC toutes les classes de niveau 1. Remarquez que la classe 4, Végétation Herbacée, est probablement la classe de niveau 1 adaptée. Regardez dans le Glossaire de Termes MUC. La classe 4 requiert une couverture d'herbacées supérieure à 60% de la superficie totale. La classe 4 est donc le bon choix.

**Niveau 2:** regardez dans le Tableau du Système MUC toutes les classes de niveau 2 (41-44). Relisez la définition de ces 4 classes dans le Glossaire des Termes MUC. Vous devriez aboutir à la conclusion que le type de couverture de niveau 2 est Graminées puisqu'elles recouvrent plus de 50% de la surface. Et comme les Graminées ont une taille comprise entre 50 cm et 2 m, vous devez sélectionner la classe 42, Graminées de taille moyennes.

**Niveau 3:** regardez dans le Tableau du Système MUC toutes les classes de niveau 2 (421-425). Etant donné que des arbres recouvrent 15-20% du site, vous devez choisir la classe 421, "Avec Arbres Couvrant 10-40%." Pour être sûr que c'est la bonne réponse, lisez sa définition dans le Glossaire des Termes MUC.

**Niveau 4:** Vous êtes maintenant face à quatre choix de classes de niveau 4 (4210-4213). Comme les arbres ont des feuilles larges et caduques, vous devez choisir la classe 4213. Vous avez terminé la classification MUC du terrain. Puisque les arbres ont les feuilles larges et caduques, la classe à choisir est la 4213. Vous avez terminé la classification MUC au niveau 4.

## B. Densimètre

Figure LAND-SS-4: A Faire Chez Soi

Un densimètre est un instrument utilisé pour prendre des mesures du couvert forestier comme partie des mesures de Biométrie dans le Protocole de Biométrie. Ce qui suit présente la marche à suivre pour construire et utiliser le densimètre.

### Matériels requis

- Tube de 4 cm de diamètre et de 7.5 cm de long (papier toilette, tuyau PVC...)
- 34 cm de ficelle ou de fil dentaire
- Boulon en métal ou rondelle
- Ruban adhésif

### Construction

1. Rassemblez le matériel requis pour chaque densimètre.
2. Attachez avec le ruban adhésif deux fils à angle droit en suivant le diamètre à une extrémité du tube pour former un collimateur. Laissez un peu de fil dépasser du ruban adhésif de l'autre côté. Ainsi, vous pourrez retendre les fils s'ils venaient à se détendre.
3. Attachez (avec du ruban adhésif) un bout de fil d'une longueur de 18 cm. Avant cela vous aurez enfilé un boulon ou une rondelle qui pendra de l'autre côté du tube (côté opposé au collimateur).

### Directives pour utilisation

1. Regardez vers le haut au travers du densimètre en le tenant bien verticalement et en vous assurant que le boulon/rondelle se trouve bien en dessous du collimateur. Voir la figure LAND-SS-5 et LAND-SS-6. Note: Utiliser le densimètre uniquement pour regarder la couverture des arbres. Ne regardez pas en bas vers le sol.
2. Si vous voyez de la végétation, des branches ou des brindilles toucher l'intersection du collimateur, vous qualifiez cette couverture "T" signifiant que c'est une couverture forestière ou "SB" signifiant qu'il s'agit d'une couverture d'arbuste.
3. Si vous ne voyez ni végétation, ni brindilles ni branches toucher l'intersection du, vous l'appellerez moins "-" signifiant que vous n'avez pu voir que le ciel au dessus de l'intersection du collimateur.

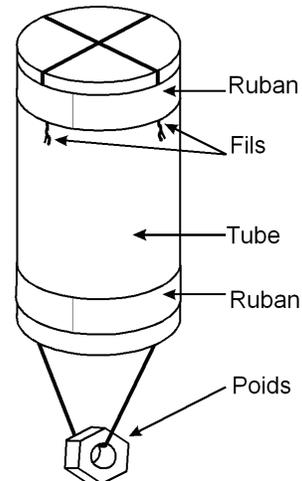
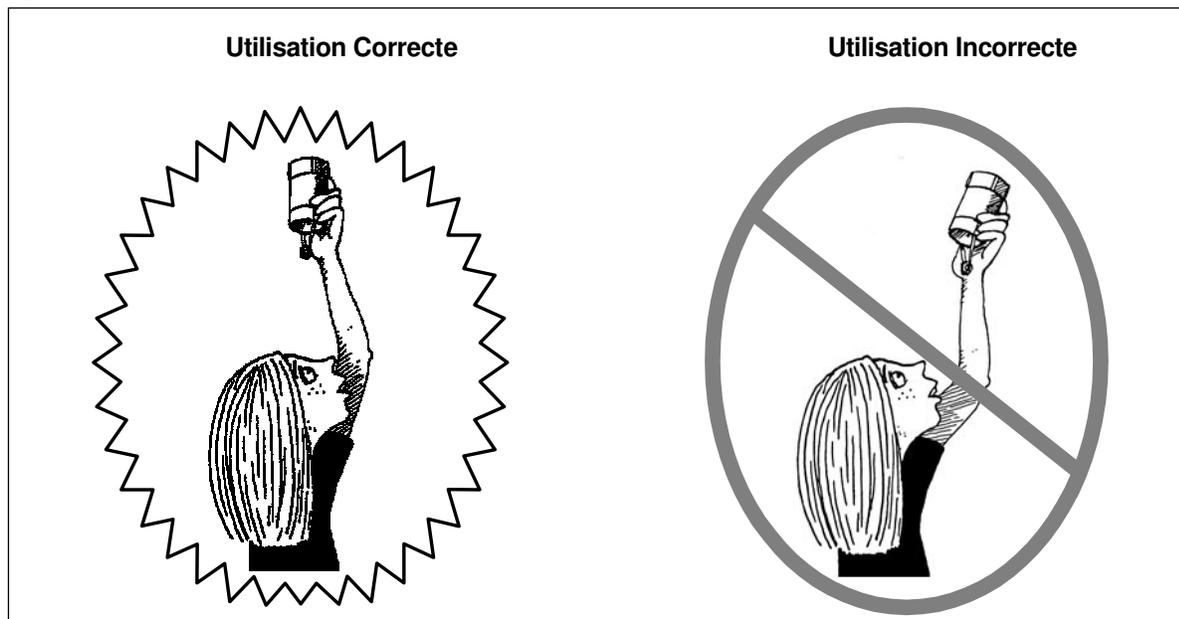


Figure LAND-SS-5: Utilisation correcte et incorrecte du densimètre.



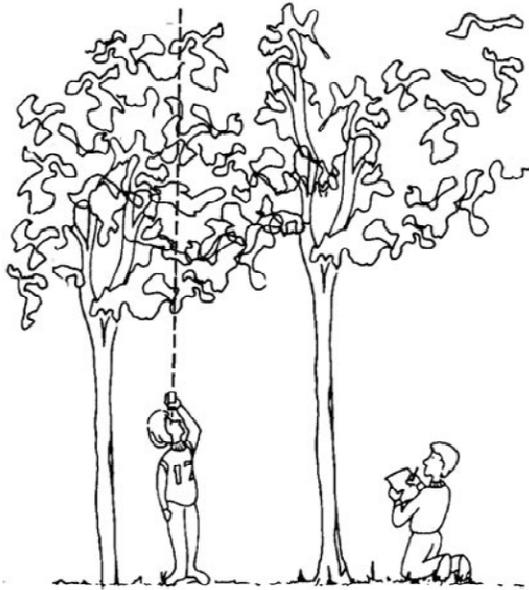
Modifié à partir de TEREZA, Association pour l'Education Environnementale, République Tchèque (1996).

## Questions fréquentes

### 1. Que faire quand on est en présence d'une couverture à variété multiple ?

Si la couverture est de variété multiple, essayez d'identifier quelle proportion est la plus élevée sans modifier votre position. Si la végétation touche le collimateur en son intersection, marquez un T ou un SB. Se référer à LAND- SS-6.

Figure LAND-SS-6: Utiliser un densimètre maison dans un couvert à plusieurs niveaux.

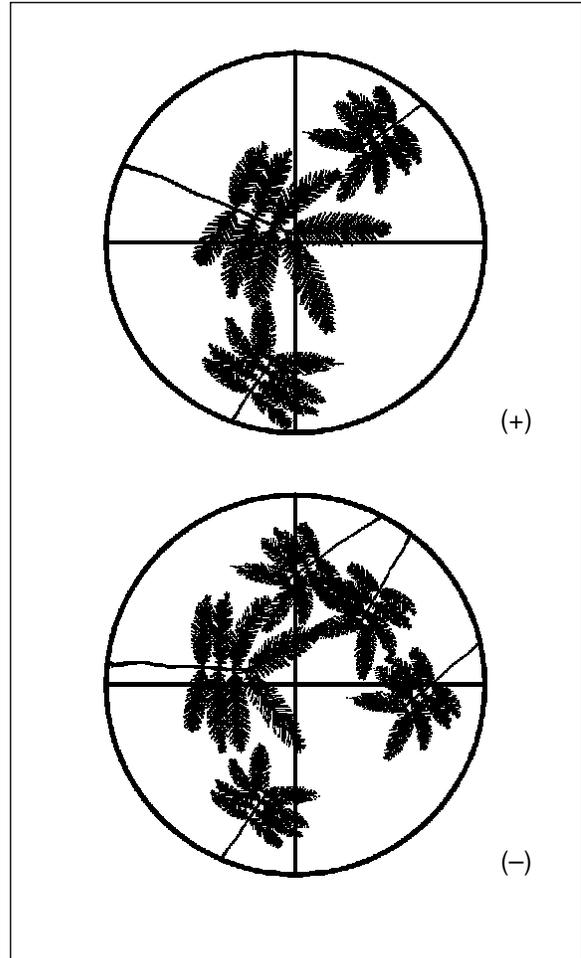


### 2. Que faire si à travers le densimètre je vois plein de végétation mais rien n'est exactement au dessus du collimateur ?



C'est une question d'échantillonnage. L'équipe en charge de la Couverture des Sols / Biologie a choisi l'intersection du collimateur. Par conséquent, dans ce cas, ce devrait être un moins (-).

Figure LAND-SS-7: Echantillonnage du densimètre



### 3. Que faire si nous ne pouvons nous rendre sur site alors que le feuillage est tombé (hiver)?

Si vous ne pouvez pas vous rendre sur site au moment où le feuillage est le plus présent, mesure le site en l'état et essayez de revenir plus tard quand le feuillage aura repoussé.

## C. Clinomètre

Un clinomètre est un appareil qui permet de mesurer les angles. Dans GLOBE, vous utiliserez pour déterminer la hauteur des arbres. Il est aussi utilisé pour les obstacles dans un Site d'Etude Atmosphérique. Les calculs sont menés en utilisant les propriétés trigonométriques des triangles rectangles. Vous construirez et utiliserez votre clinomètre en suivant les indications et les formules exposées ci-dessous. Le clinomètre se prête parfaitement à l'étude des principes de la trigonométrie dans des exercices pratiques.

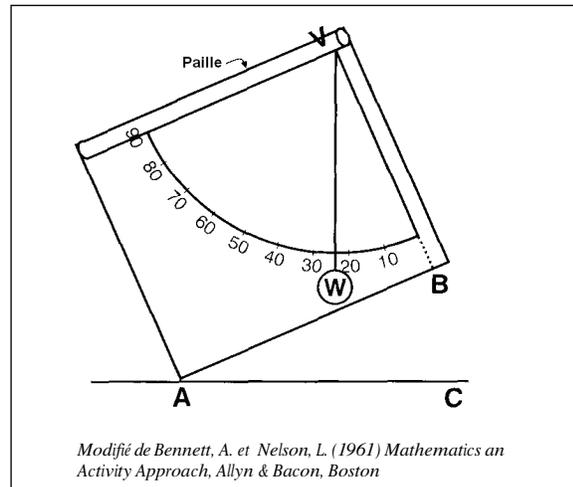
### Matériel Requis

- Feuille du Clinomètre et la Table des Tangentes (situés dans les Appendices)
- Morceau de carton rigide de taille comparable aux feuilles décrites ci-dessus.
- Paille à boire
- Boulon ou rondelle
- 15 cm de ficelle ou de fil dentaire
- Colle
- Ciseaux
- Un outil pour percer un trou
- Ruban adhésif

### Construction

1. Rassemblez le matériel pour chaque clinomètre.
2. Collez une copie de la *Feuille du Clinomètre* sur le morceau de carton rigide (découpez le carton aux dimensions de la feuille au besoin).
3. Collez une copie de la table des tangentes de l'autre côté du morceau de carton.
4. Percez un trou à l'endroit marqué d'un point sur la *Feuille du Clinomètre*.
5. Passez un bout de la ficelle de 15 cm au travers du trou et faites un nœud au bout ou collez le avec du ruban adhésif sur la face de la *Table des Tangentes*.
6. Nouez un boulon ou une rondelle de l'autre côté de la ficelle de manière à ce qu'il pende du côté de la *Feuille du Clinomètre*.
7. Fixez avec du ruban adhésif une paille le long de la ligne désignée sur la *Feuille du Clinomètre*. Elle servira d'organe de visée.

**Note:** Un clinomètre mesure les angles pour déterminer les hauteurs sans toutefois les calculer directement. C'est une version simplifiée du quadrant (un instrument de mesure médiéval) et du sextant (un instrument qui servait à localiser les navires). Comme ces deux appareils, le clinomètre à un cadran gradué de 0 à 90 degrés.



## **Utilisation**

1. Tenez vous debout et droit et mesurez la hauteur de vos yeux par rapport au sol. Enregistrez cette mesure, nous y reviendrons plus tard.
2. Restez debout au même niveau à la base de l'objet que vous voulez mesurer.
3. Visez le haut de l'objet à travers la paille du clinomètre. Demandez à un partenaire de lire le nombre de degrés de l'angle BVM (voir Figure LAND-SS-8), là où la ficelle touche l'arc dessiné sur la Feuille du Clinomètre (l'angle BVM est égal à l'angle BAC, qui est l'angle d'élévation du clinomètre).
4. Mesurez la distance au sol qui vous sépare de l'objet mesuré.
5. Si vous connaissez l'angle d'élévation, la hauteur de votre œil et la distance à laquelle vous êtes de l'objet mesuré comme sur Figure LAND-SS-9, alors vous êtes capables de calculer la hauteur avec une simple équation. Additionnez la hauteur de votre œil à la quantité calculée avec la formule ci-dessous.

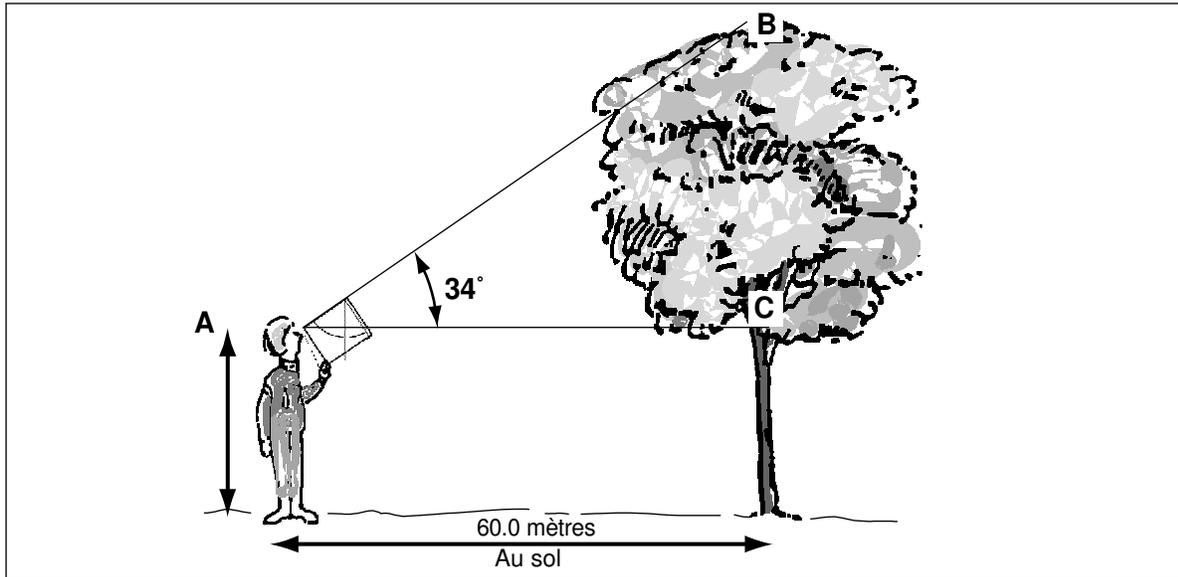
$$BC = AC \times \tan A$$

Hauteur de l'arbre au-dessus de votre œil (BC) = Distance à la base de l'arbre (AC)  
x Tangente de l'angle du clinomètre (Tan A)

(voir exemple page suivante)

**Note:** Si vous voulez vous essayer à la mesure des hauteurs, trouvez un objet assez haut et de hauteur connue. Déterminez sa hauteur par la méthode du clinomètre et comparez votre résultat à la valeur qui est connue.

Figure LAND-SS-9: Déterminer la hauteur d'un arbre en utilisant un Clinomètre



**Exemple:**

Dans l'exemple (Figure LAND-SS-9 et LAND-SS-10), un étudiant se tient à 60 mètres de la base de l'arbre et vise le haut de l'arbre en utilisant son clinomètre. Son œil se trouve à 1.5 mètre de haut par rapport au sol. Il lit un angle de 34 degrés sur son clinomètre (les dessins ne sont pas à l'échelle). Utilisez votre Table des Tangentes et l'équation ci-dessous pour obtenir la hauteur de l'arbre :

$$\begin{aligned} \text{TAN } 34 &= \text{BC}/60.0 \text{ Donc,} \\ \text{BC} &= 60.0 \text{ m (TAN } 34). \text{ Donc, BC} = \\ &60.0 \text{ m } (.67) = 40.2 \text{ m} \end{aligned}$$

Ajoutez-y la longueur BC à la hauteur du clinomètre pour obtenir enfin la hauteur totale de l'arbre. Dans l'exemple ci-dessus, la hauteur de l'arbre est de  $40.2 \text{ m} + 1.5 \text{ m} = 41.7 \text{ m}$ .

**Note:** Prenez soin d'ajuster votre distance à l'arbre de manière à être aussi loin de l'arbre que celui-ci est haut. Pour une mesure plus précise, réglez cette distance au sol de manière à rester le plus possible autour de 30 degrés sur le cadran du clinomètre.

Figure LAND-SS-10: Equation Trigonométrique

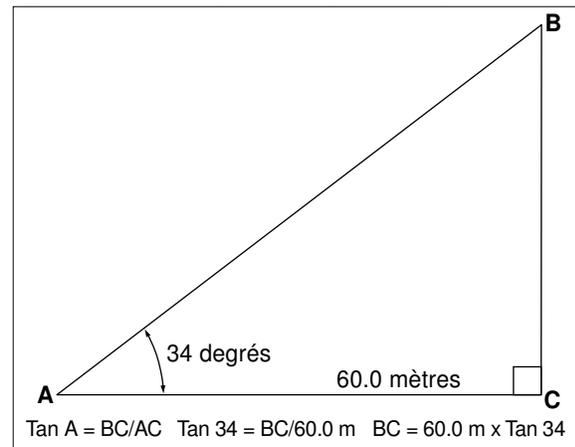
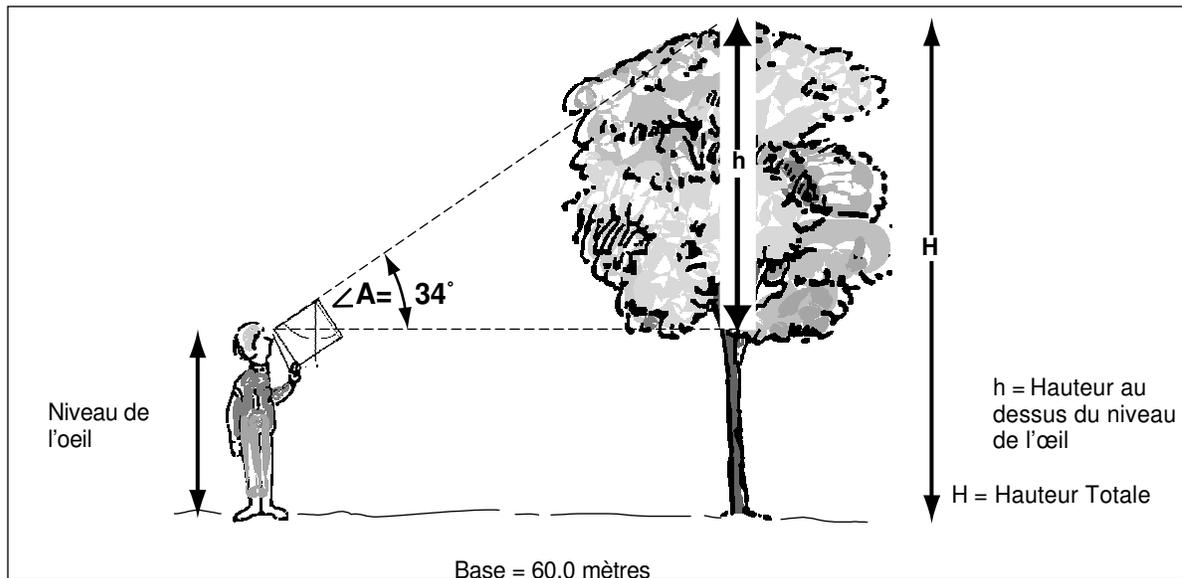


Figure LAND-SS-11: Equation Trigonométrique simplifiée



Pour les étudiants qui ne sont pas encore familiers avec la géométrie, voici une autre manière de procéder pour simplifier les calculs : voir Figure LAND-SS-11.

$$h = \text{Base} \times \tan A$$

$$h = 60.0\text{m} \times \tan 34$$

$$h = 60.0\text{m} \times 0.67 = 40.2\text{m}$$

$$H = h + \text{Niveau de l'œil}$$

$$H = 40.2 + 1.5\text{m} = 41.7\text{m}$$

### Foire Aux Questions

#### 1. Que faire si mes élèves sont trop jeunes pour comprendre les principes mathématiques sous-jacents à la mesure de la hauteur des arbres ?



Pour les plus jeunes des étudiants, si l'angle BVW est de 45 degrés, la distance qui les sépare de l'arbre est la même que la hauteur de l'arbre au-dessus du niveau des yeux. Cela peut être simplement illustré en dessinant un triangle isocèle rectangle sans autre explication mathématique. Dérouler un mètre depuis le sol jusqu'à l'œil de l'élève, puis de ses pieds jusqu'à la base de l'arbre. La distance mesurée sera égale à la hauteur de l'arbre. Voir les *Techniques alternatives pour mesurer la hauteur des arbres depuis le sol : Guide de Terrain de la technique du clinomètre simplifiée* dans le *Protocole de Biométrie*.

#### 2. Que faire si l'arbre est penché ?

Si l'arbre penche, mesurez toujours comme d'habitude.

#### 3. Si je ne peux me tenir au même niveau que la base de l'arbre, comment faire pour estimer la hauteur de l'arbre ? Ou que faire quand il n'y a pas de sol pour mesurer la hauteur ?

Il y a trois manières de résoudre ce problème. Elles sont présentées dans le *Guide de Terrain des Techniques Alternées pour Mesurer la Hauteur des Arbres* du *Protocole de Biométrie*.

## D. Mesure au pas

Connaître la longueur de vos pas vous sera très utile dès lors qu'il faudra mesurer la couverture des sols. Lorsque vous marcherez le long des diagonales pour prendre les mesures de Sites Echantillons (selon le Protocole de Biométrie), vous aurez besoin de savoir combien de pas cela demande-t-il pour traverser 21.2 mètres (la longueur d'une moitié de diagonale. Il y a deux manières pour déterminer ceci.

### Comment déterminer votre pas

1. Etalez un ruban gradué de 30 mètres ou plus sur un sol plat d'une zone dégagée (parking, champ, couloir, etc.).
2. Partez à 0 mètres de vos orteils, et enchaînez vingt pas, en marchant normalement. Il est important d'utiliser une marche normale et naturelle à cause de la diversité des conditions que vous pourrez rencontrer sur le terrain.
3. Notez la graduation sur le ruban là où se trouve votre orteil après le vingtième pas. Cette mesure détermine celle de vingt de vos pas.
4. Divisez cette valeur par 20 et vous obtiendrez la longueur d'un pas.
5. Répétez les étapes 2 à 4 trois fois. Calculez la moyenne (en ajoutant la longueur du pas des trois essais et en le divisant par trois)

*Exemple:*

Numéro Essai	Distance de 20 Pas	Distance d'un Seul Pas
1	17.0 m	0.85 m
2	17.5 m	0.875 m
3	16.8 m	0.84 m
Pas Moyen = 0.855 mètres par pas		

**Note: Marcher dans les bois est assez différent de marcher sur une surface plane comme un parking ou une cour. Souvenez-vous de ces astuces :**

- Lorsque vous mesurez au début votre pas, marchez normalement et évitez de faire des pas de longueur exagérée car votre pas se raccourcira naturellement dans les bois ou les zones vallonnées.
- Lorsque vous montez ou descendez une colline, la distance parcourue est en fait légèrement inférieure qu'il n'y paraît. Votre marche sera également plus irrégulière. Vous devrez adapter votre pas au terrain en allongeant ou en raccourcissant un peu les pas afin de compenser.
- Si de gros objets (rochers, arbres, etc.) sont sur votre chemin, faites quelques pas de côté, avancez puis revenez en faisant exactement le même nombre de pas de côté. Voir Figure LAND-SS-12. Si une

Figure LAND-SS-12: Comment contourner les obstacles

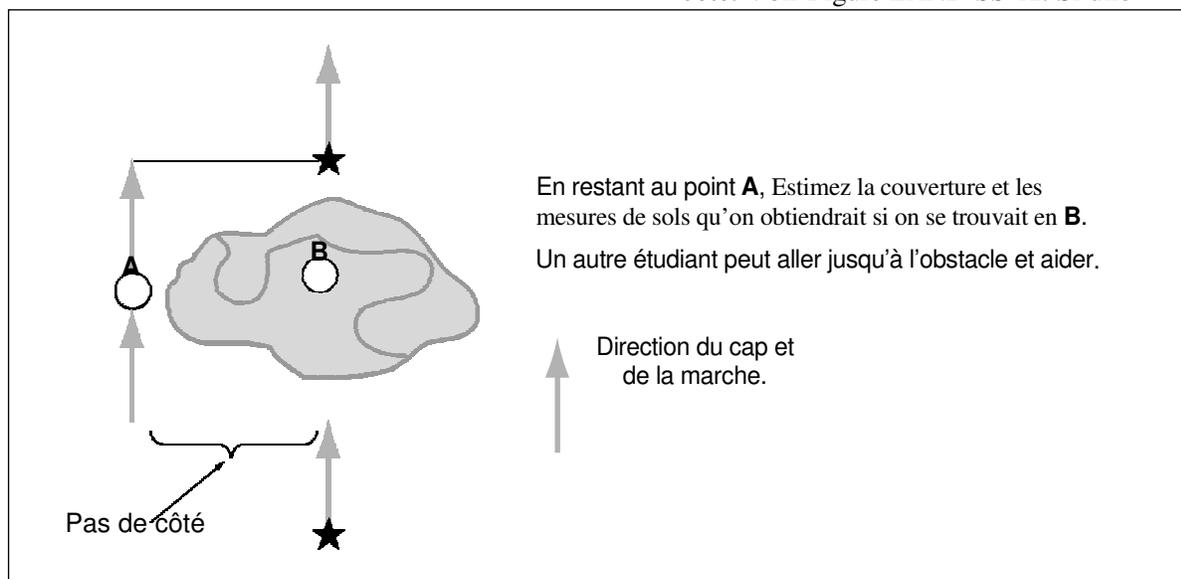
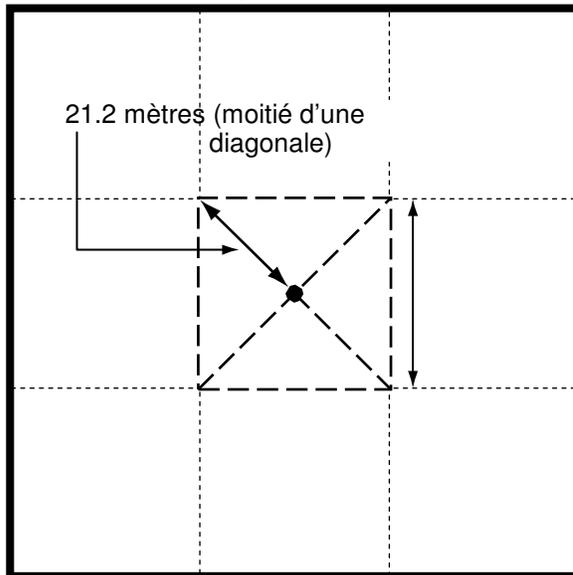


Figure LAND-SS-13: Exemple



Observation est nécessaire alors que vous marchez de côté, alors estimez la mesure depuis la position latérale.

- Si un objet est trop gros pour être contourné facilement, relever votre cap de marche sur une boussole. Contournez l'objet jusqu'à ce que vous puissiez retrouver votre cap. Recommencez à compter en marchant dans la même direction.

*Déterminer le nombre de pas requis pour traverser la moitié de la diagonale d'un pixel de 30 m x 30 m*

Note: Si vos étudiants ont appris la division avec décimales, utilisez la longueur d'un de leur pas pour déterminer le nombre de pas dans une moitié de diagonale en utilisant la formule :

$$\text{pas sur demi diagonale} = \frac{21.2 \text{ mètres}}{\text{longueur d'un pas (mètres)}}$$

S'ils ne savent pas diviser avec les décimales procédez ainsi :

1. Mesurez une distance de 21.2 mètres (longueur d'une demi diagonale, voir LAND-SS-13) sur une zone plane et ouverte (parking, champ, couloir, etc).
2. Partez avec votre orteil à 0 mètres, comptez le nombre de pas pour parcourir 21.2 mètres en marchant normalement.

3. Répétez l'étape précédente trois fois et calculez le nombre moyen de pas.
4. Arrondissez le nombre de pas au nombre entier le plus proche. C'est le nombre de pas qu'il vous faut pour parcourir la moitié de la diagonale.
5. Enregistrez le nombre de pas pour parcourir une demi-diagonale pour chaque individu. Ainsi il sera possible de s'y référer lors de la collecte des données sur un Site Echantillon de Couverture du sol.



### Foire Aux Questions

#### 1. Pourquoi dois-je parcourir 21.2 mètres exactement ?

21.2 mètres est la distance d'une demi diagonale d'un carré de 30 m x 30 m. C'est la distance que vous mesurerez dans chacune des 4 directions pour faire de relevés de biométrie.

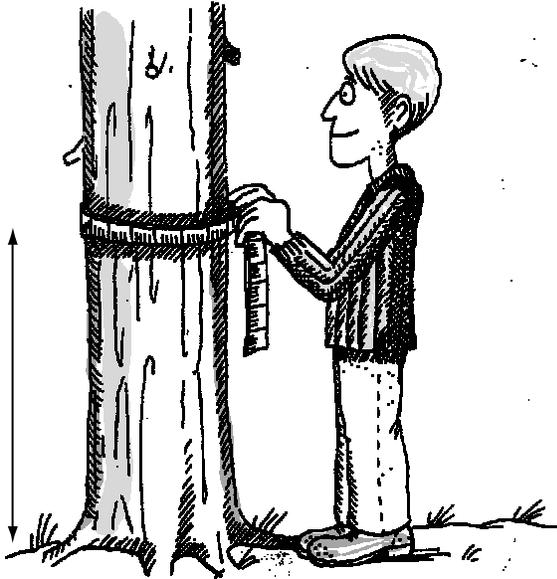
## E. Mesure au mètre-ruban

Vous utiliserez souvent un mètre-ruban pour mesurer des longueurs sur les Sites Echantillons de Couverture des Sols. Il est très important de bien savoir l'utiliser.

### **Indications pour lire une mesure au mètre-ruban**

Utilisez impérativement des mesures métriques.

Figure LAND-SS-14: Mesurer la circonférence d'un arbre



## Foire Aux Questions



### **1. Pourquoi utiliser le système métrique ?**

Le système métrique est utilisé dans le monde entier pour les recherches scientifiques.

### **2. Que faire si je ne dispose que d'un mètre ruban gradué en unités impériales (pieds et pouces) ?**

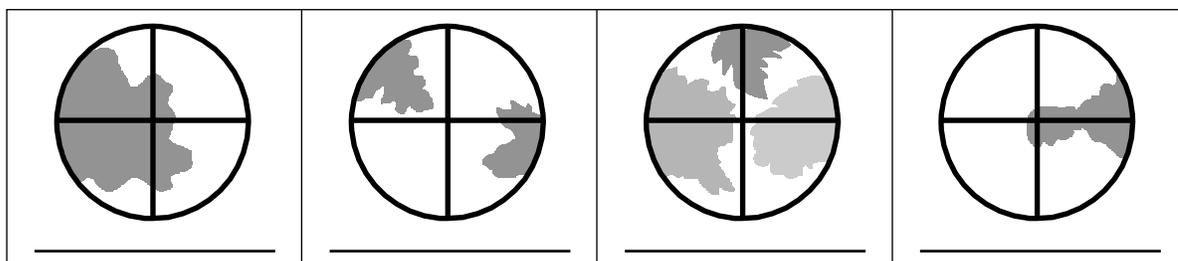
Si vous avez un outil de mesure en unités impériales, il vous faudra convertir les résultats obtenus en unités métriques avant d'envoyer vos données.

## Evaluation des Relevés des Instruments

Les instruments décrits dans les rubriques précédentes sont tous très importants pour mener correctement les Investigations de Couverture du Sol/Biométrie. Utilisez les évaluations suivantes pour contrôler à quel point vous savez manipuler les instruments avant d'aller sur le terrain. Les réponses aux questions figurant au bas de cette page.

Si vous ne savez pas répondre aux questions posées, alors veuillez revoir les indications données précédemment sur l'utilisation du matériel avant d'aller sur le terrain.

1. Faites une démonstration de la bonne tenue du densimètre.
2. En dessous figurent plusieurs diagrammes montrant des exemples de ce que vous êtes susceptibles de voir à travers le densimètre. En imaginant que les arbres sont au-dessus de votre tête, attribuez un "T" ou un moins "-" pour chaque diagramme.



3. Quels sont les 3 mesures à prendre en compte pour calculer la hauteur d'un objet ?
4. Tenez-vous debout à un bout de la pièce et montrez comment vous feriez pour viser au clinomètre afin de mesurer un objet choisi par votre professeur. Laissez à un autre étudiant lire la valeur de l'angle.
5. Mesurez la distance entre vous et l'objet que votre professeur a désigné en 4. Prenez n'importe quelle autre mesure nécessaire et calculez enfin la hauteur de cet objet.
6. Quand vous mesurez la hauteur d'un arbre, vous devriez regarder la base de l'arbre et pour être sûr que vos pieds pour être sûr que (*complétez la phrase...*)
7. Déterminez le nombre de pas nécessaire pour parcourir une distance de 15 mètres (en utilisant les mathématiques et vos mesures ou en utilisant le mètre-ruban sur le sol).
8. Quelle est la taille minimum d'un arbre ?
9. A quelle hauteur du sol devez vous mesurer la circonférence d'un arbre (en utilisant son corps comme référence) ?

1) L'étudiant doit tenir le densimètre verticalement au-dessus de sa tête afin que le boulon pende vers le bas. 2) +, -, -, + 3) hauteur de vos yeux au-dessus du sol, distance entre vous et l'arbre et l'angle au sommet de l'arbre vise à travers le clinomètre) L'étudiant doit regarder dans la paille du bon côté du clinomètre, il ou elle doit viser le sommet de l'objet 5) Toutes les mesures listées en question doivent être utilisées dans le calcul (utilisez la formule de la rubrique du clinomètre) 6) être au même niveau de sol 7) réponses diverses fondées sur la longueur du pas de chaque étudiant 8) 5 mètres 9) 135 cm, la position par rapport au corps varie selon la taille de chaque étudiant.

# Protocole d'identification de la couverture du sol



## **Objectif général**

Déterminer le type de couverture du sol dominant d'un échantillon de terrain.

## **Objectif spécifique**

Les étudiants doivent classer un site homogène de couverture du sol par examen visuel de celui-ci. Si besoin est, les étudiants prendront des mesures biométriques en respectant le *Protocole de Biométrie*. Les étudiants localiseront ce site en utilisant un récepteur GPS en le photographiant.

## **Compétences**

Les étudiants apprendront comment décrire et classer, de manière scientifique, un site d'identification de couverture du sol.

## **Concepts scientifiques**

### *Sciences Physiques*

Les objets ont des propriétés observables qui peuvent être mesurées en utilisant les outils appropriés.

Un objet peut être positionné relativement à d'autres objets.

### *Sciences de la vie*

La Terre comporte des environnements nombreux et variés dans lesquels vivent des organismes différents.

Les populations qui cohabitent et les facteurs physiques avec lesquels elles interagissent constituent un écosystème.

### *Géographie*

Utilisation de cartes (réelles et fictives).

Caractéristiques physiques des lieux.

Caractéristiques et répartition des écosystèmes.

## **Compétences scientifiques**

Utilisation d'instruments de terrain et de techniques adaptées pour la collection de données sur l'échantillon de terrain.

Réalisation d'observations afin de déterminer le type exact de couverture du sol.

Mise en commun des résultats de la classification des types de couverture du sol afin d'atteindre un consensus.

Identification des questions dont on peut trouver les réponses.

Conduite de recherches scientifiques.

Développement de descriptions et prévisions en s'appuyant sur des preuves.

Reconnaissance et analyse des autres explications.

Partage des procédures, descriptions et prévisions.

## **Niveau**

Tous

## **Durée**

20 - 60 minutes (sans les temps de transport) pour chaque Echantillon de Terrain.

## **Fréquence**

Les données ne doivent être collectées qu'une seule fois sur chaque échantillon de terrain, par contre la fréquence de collection de données est laissée libre.

## **Matériel et instrumentation**

Boussole

Récepteur GPS

Appareil Photo

Stylo ou crayon

Image Landsat TM de votre site d'étude GLOBE de 15km x 15km

Cartes locales et topographiques (selon disponibilités)

Photographies aériennes (selon disponibilités)

Guide de terrain des espèces végétales locales

*Guide de terrain MUC* ou *Table du système MUC* et le *Lexique des termes MUC*

*Guide de terrain du protocole GPS* (à partir de *l'Investigation GPS*)

*Feuille de données du Site d'identification de la couverture du sol*

Matériels requis par le *Protocole de Biométrie*

Un mètre de 50m

Marqueurs pour sites permanents

Bloc-notes

### **Préparation**

Faire des copies de *Feuilles de données* adaptées.

Revoir Sélection de site et préparation.

Identifier les classes MUC qui s'appliquent à votre zone.

Sélectionner le(s) site(s).

### **Pré requis**

Concepts et techniques dans *Activités d'apprentissage du classement des feuilles*

Savoir utiliser la *Table du système MUC* et le *Lexique des Termes MUC* et/ou le *Guide de terrain MUC*.

*Protocole GPS*

Savoir obtenir les mesures biométriques appropriées à partir du *Protocole de Biométrie*

Savoir mesurer

Savoir utiliser une boussole

Savoir utiliser un appareil photographique

## Protocole de détermination du type de couverture du sol – Introduction

Si c'était vous qui étiez au milieu de l'image ci-dessous, comment décririez-vous ce qui se trouve autour de vous ? Y'a-t-il des arbres ? Si oui, de quelle espèce sont-ils ? Y'a-t-il des arbustes ? Y'a-t-il de la végétation sur le sol ? Quel genre de végétation est-ce ? Est-ce vivant ou mort ? Est-ce à feuilles larges ou herbeux ? Y'a-t-il des bâtiments ou des routes ? Le site vous paraîtrait-il différent si vous le survoliez en ballon ? Si, de retour à l'école, quelqu'un vous demandait à quoi le site ressemblait, quels termes emploieriez-vous ? Si un ami qui n'habite pas dans cette région vous appelait et vous demandait de décrire ce que vous avez vu, que lui diriez-vous ? Changeriez-vous votre façon de le décrire ? Comment raconteriez-vous à quelqu'un où vous étiez ? Utiliseriez-vous le nom des routes locales ? Vos amis qui n'habitent pas dans cette région ne connaissent certainement pas ces routes. De quelle manière pourriez-vous le leur dire afin qu'ils trouvent le site sur une carte ?

Vous avez certainement utilisé des mots comme arbres à feuilles persistantes, à feuilles caduques, herbe ou bien encore arbuste pour décrire l'aspect du site. Que veulent donc dire tous ces mots ? Les scientifiques ont besoin d'utiliser des mots qui ont la même signification pour d'autres scientifiques. Par exemple, pour beaucoup de scientifiques une forêt a des caractéristiques précises. Si les scientifiques se mettent d'accord sur ce qu'est une forêt, ils savent alors qu'ils parlent de la même chose.

Et si vous aviez la possibilité de décrire à quoi ressemble un site en un seul mot ? Le programme GLOBE utilise un système appelé MUC pour décrire les types de terrain *homogènes*. Un site homogène est une zone qui n'est recouverte que d'un seul type de végétation ou construction.

MUC signifie Modified UNESCO Classification (classification UNESCO modifiée, l'UNESCO étant l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture). Avec la classification MUC, on peut décrire un site avec un classement jusqu'à 4 niveaux. Lorsque vous utilisez la classification MUC, tout GLOBE sait alors de quoi vous parlez. Le premier niveau de la classification MUC a été choisi pour faire comme si vous regardiez votre site du haut d'un ballon. Après cela, les niveaux plus élevés se placent encore en vue de dessus, mais deviennent plus spécifiques.

Comment décrivez-vous où se trouve votre site ? Avec GLOBE, tous les sites sont repérés grâce à un récepteur GPS (Global Positioning System, Système de Positionnement Global). Le récepteur GPS vous permet d'avoir la latitude, longitude et l'altitude de l'endroit où vous vous trouvez. De cette façon, n'importe qui peut vous situer sur une carte.

Avec votre position et la description de votre terrain, vous pouvez décrire votre site aux autres. Lorsque vous ferez votre compte-rendu, les autres scientifiques sauront où vous étiez et à quoi cela ressemblait. Les scientifiques peuvent utiliser vos données pour faire des cartes à partir d'images satellites et mesurer ainsi leur précision. Ils comptent sur vos données car ils ne peuvent pas *vérifier* eux-mêmes ce qu'il y a sur le sol. La *vérification* est le processus permettant d'évaluer votre proximité de la valeur réelle. Dans ce protocole, il s'agit de savoir jusqu'à quel point une carte est fidèle à ce qu'il y a en fait sur le sol.

Les scientifiques ne peuvent pas toujours se rendre sur place et regarder ce qui se trouve sur le sol. C'est pourquoi vos métadonnées sont importantes pour les scientifiques. Les métadonnées sont des observations et notes de terrains importantes pour vos données. Pour le type de la couverture du sol, elles incluent les informations historiques, les conditions climatiques et leurs effets, ainsi que d'autres informations concernant le site. Les métadonnées peuvent donner un aperçu d'une zone qui peut ne pas être claire sur l'image que les scientifiques regardent.



# Support pour l'enseignant

## Les mesures

Suivez le *Protocole d'identification de la couverture du sol d'un échantillon de terrain* lorsque vous visitez un de vos Sites d'identification de la couverture du sol. Le protocole vous guide à travers la procédure de collecte de données d'un site et d'identification de la couverture du sol du terrain.

Le *Protocole d'identification de la couverture du sol d'un échantillon de terrain* est la pierre angulaire de l'*Etude de la couverture du Biologie*). Des spécialistes de la télédétection du monde entier peuvent utiliser les données de la couverture du sol que vous collectez avec vos étudiants. Vous utiliserez aussi ces données pour aider à cartographier votre site d'étude GLOBE de 15km x 15km. Des données supplémentaires de la couverture du sol d'un site sont utilisées pour vérifier l'exactitude des cartes. Vous pouvez aussi utiliser ces données lorsque vous observez des cartes de détection de changement créées à partir de deux images satellites, un datant des années 1990 et une autre des années 2000. Les spécialistes de la télédétection peuvent aussi utiliser vos données de couverture du sol et photographies d'un site afin de cartographier et évaluer la précision de cartes sur des plus larges zones. Cela peut être à l'échelle d'une ville, d'un comté, d'un département, d'une région, d'un pays ou bien d'un continent, tout dépend de leur objectif. Le *Protocole d'identification de la couverture du sol d'un échantillon de terrain* est une procédure très simple en comparaison de son importance, mais il doit être respecté scrupuleusement.

Se reporter au Schéma LANS-SA-1.

Les étudiants et leur professeur classent un site carré de 90m de côté, de couverture du sol homogène, en se servant du système MUC (en utilisant le *Guide de terrain MUC*, ou bien les *Tables du système MUC* et le *Lexique des Termes MUC*) et enregistrent la latitude, longitude et altitude en utilisant un récepteur GPS. Les images seront prises dans les 4 directions cardinales, pour la qualité des données.

Un *système de classification*, comme le système MUC, est un des moyens pour transmettre les similarités et différences. Un système de classification est un jeu détaillé de classes utilisées pour regrouper des objets similaires. Il a quatre caractéristiques : *Abréviations et définitions*, qui sont classées par ordre *hiérarchique* (plusieurs niveaux de classe) ou par arborescence. C'est entièrement *détaillé*, ce qui signifie qu'il y a donc une classe pour chaque point des données, classes qui *s'excluent mutuellement*, il n'y a donc qu'une et une seule classe appropriée pour chaque point des données. En utilisant MUC, un « langage » commun concernant les types de couverture du sol, les scientifiques savent exactement quelle couverture du sol recouvre le sol d'une zone précise. MUC est un système de classification ayant une base écologique, utile pour les données télémétriques, et qui respecte les standards internationaux. En utilisant le même système partout dans le monde, cela devient facile pour tous les scientifiques de comparer les données de n'importe quelle zone sur Terre. Les étudiants auront peut-être à utiliser le *Protocole de Biométrie* afin de trancher entre les différentes classes MUC. Vos étudiants et vous devrez y être préparés.

## De l'exploitation des données au rapport

- Compiler les données de terrain et les envoyer à GLOBE.
- Développer ou imprimer deux copies des photos (dont une copie pour votre établissement) en marquant chaque photo avec l'identifiant de votre établissement, le nom de l'échantillon de terrain analysé et la direction de prise de vue (N, S, E ou O).
- Suivre les instructions de la section *Comment soumettre les photos et les cartes* du *Guide de réalisation* concernant où et comment soumettre ces photos à GLOBE.

## Mesures Utiles

*Protocole de Biométrie*

*Protocole GPS* (à partir de l'*Investigation GPS*)

## Préparation des étudiants

Concepts et techniques dans *Activités*

*d'apprentissage du classement des feuilles*

Savoir utiliser la *Table du système MUC* et le

*Lexique des Termes MUC* et/ou le *Guide de terrain MUC*

*Protocole GPS*

Savoir obtenir les mesures biométriques

appropriées à partir du *Protocole de Biométrie*

Savoir mesurer

Savoir utiliser une boussole

Savoir utiliser un appareil photographique

### Conseils utiles

- Avant de vous rendre sur place, apprenez à vos étudiants à se servir des guides de terrains concernant la végétation locale.
- Sélectionnez une zone de 90m par 90m en vous servant des images Landsat TM et/ou de votre connaissance de la région. Ne perdez pas de vue que la couverture du sol doit y être homogène.
- Pour déterminer si votre site mesure au moins 90m par 90m, faites marcher vos étudiants sur 90m depuis un des coins du site. Ils doivent marcher dans deux directions, soit en direction du Nord, soit en direction du Sud, ET soit en direction de l'Ouest, soit en direction de l'Est. Cela vous permettra d'évaluer la position de deux coins supplémentaires. Quant au quatrième coin, estimez-le alors. Si la zone, dans son intégralité, est homogène, le site est approprié. Vous trouverez des instructions sur la manière de mesurer en marchant dans *Instruments d'Investigation*.
- Demandez l'aide d'experts de votre région pour l'identification des plantes ou la cartographie de la couverture du sol (i.e. botanistes, gardes forestier, horticulteurs, géomètres).
- Prenez suffisamment de mesures biométriques en vous servant du *Protocole de Biométrie* afin de classifier avec précision un terrain.
- Vos étudiants devront se reporter aux définitions du *Guide de terrain MUC* ou du

*Lexique des termes MUC* lorsqu'ils détermineront les classes MUC d'une zone.

- Afin de faire la distinction entre différentes classes MUC, une mesure du pourcentage de la zone couverte par certains types de végétation peut s'avérer nécessaire. Vous pouvez alors déterminer la classe MUC correspondante en calculant le pourcentage des différentes espèces végétales présentes sur votre site. Utilisez ensuite la *Feuille de données sur la canopée et la couverture au sol*.

### Pour aller plus loin

Quels changements naturels peuvent modifier la classe MUC des sites ?

Est-ce que cette classe MUC est typique de cette latitude, longitude et élévation ?

Si quelqu'un ne possède que des photos du site, dans quelle classe MUC il ou elle classerait ce site ?

Quelles autres classes MUC se rapprochent le plus de votre site ?

De quelle manière le couvert de votre site agira-t-il sur le climat local ?

De quelle manière le couvert de votre site affectera-t-il la ligne de partage des eaux locales ?

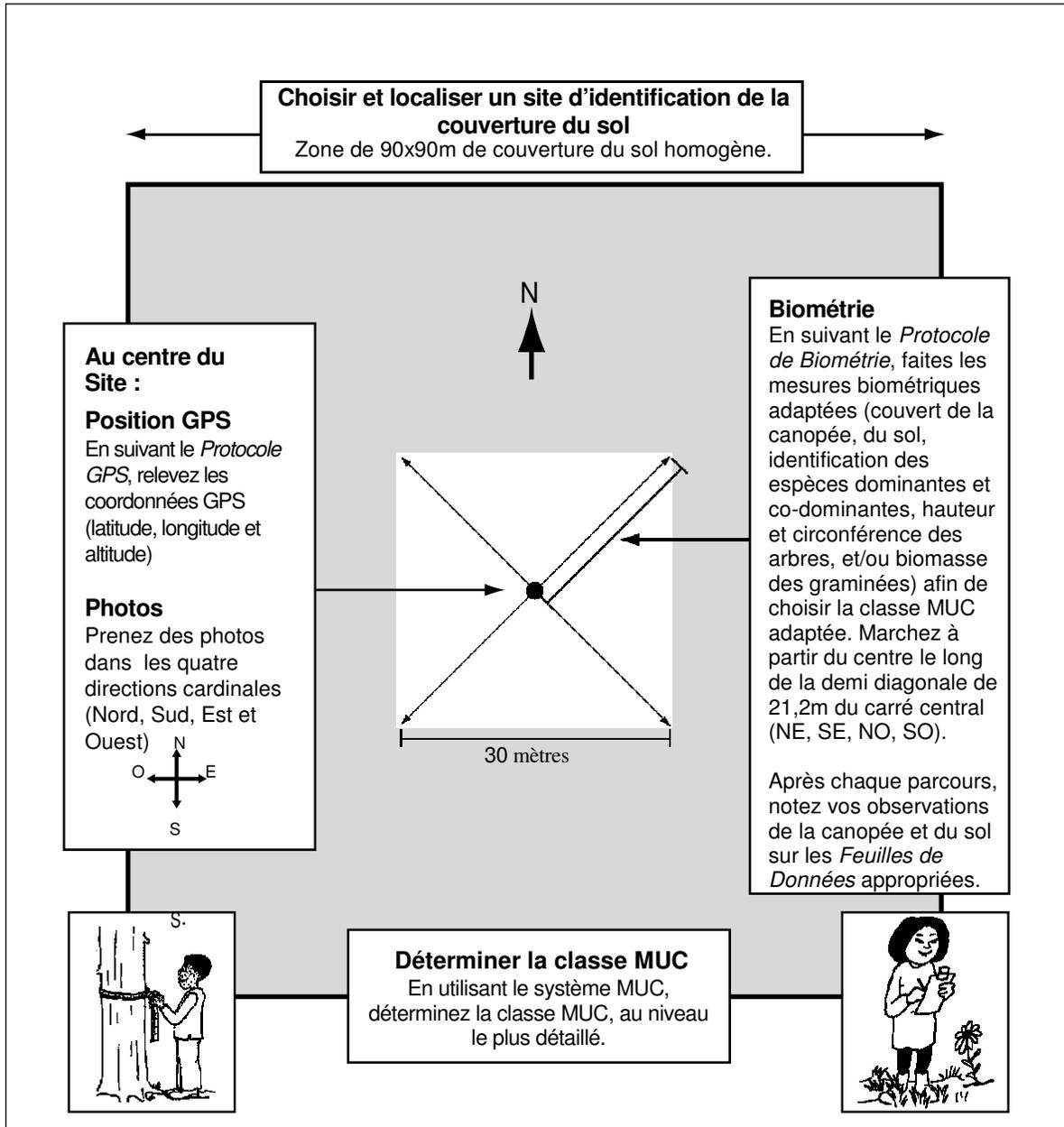
L'image Landsat TM qui a été fournie à votre école est peut-être vieille de plusieurs années. Si une image était prise de nos jours, en quoi différerait-elle de l'ancienne ?

Est-ce que le point d'eau le plus proche a une influence sur la végétation de ce site ?

Selon vous, quelles espèces animales vivent ici ?

Quels sont les liens entre la couverture du sol et les caractéristiques du sol de ce site ?

De manière générale, quels sont les liens entre couverture du sol et caractéristiques des sols ?



# Protocole d'identification de la couverture du sol

## Guide de Terrain

### **But**

Localiser et prendre en photo un *Site d'identification de la couverture du sol*, classer son type de couverture du sol en utilisant le Système MUC.

### **Ce dont vous avez besoin**

- ◆ GPS
- ◆ Boussole
- ◆ *Guide de terrain MUC* ou la *Table du système MUC* et le *Lexique des termes MUC*
- ◆ Appareil Photo
- ◆ *Guide de terrain étudiant du Protocole GPS* et une *Feuille de données GPS*
- ◆ *Feuille de données du type de couverture du sol d'un échantillon de terrain*
- ◆ Stylo ou crayon
- ◆ *Guide de terrain étudiant du Protocole de Biométrie* et les accessoires (pour certains sites)
- ◆ Mètre de 50m
- ◆ Guide de terrain des végétations locales
- ◆ Marqueurs pour les sites permanents
- ◆ Bloc-notes

### **Sur le terrain**

1. Localiser de manière approximative le centre du site homogène de 90x90m. **Note:** le site peut être bien plus grand que 90x90m tant qu'il reste homogène.
2. Remplissez le haut de votre *Feuille de données du site* (Nom de l'école, Date des mesures, Rempli par, Nom du site).
3. Notez la latitude, longitude et altitude du site en suivant le *Guide de terrain du Protocole GPS*. Notez la latitude, longitude et altitude moyennes à partir de la *Feuille de données GPS* sur la *Feuille de données du Site*.
4. Déterminez la classe MUC au niveau le plus détaillé en utilisant soit le *guide de terrain MUC*, soit la *Table du système MUC* en parallèle avec le *Lexique des termes MUC*. Prenez toutes les mesures nécessaires pour la détermination de la classe en suivant les *Guides de terrain du Protocole de Biométrie*.
5. Notez toute métadonnée inhabituelle ou utile. Notez-les dans les zones appropriées sur votre *Feuille de données du site*.
6. Avec l'appareil photo, prenez une photo dans chacune des directions cardinales : Nord, Sud, Est et Ouest. Utilisez votre boussole pour déterminer ces directions. Notez le numéro de chaque photo sur la bonne flèche sur votre *Feuille de données*.

# Site d'identification de la couverture du sol – Analyse des données

## ***Les données sont elles cohérentes ?***

Après avoir recueilli les données pour l'identification de la couverture du sol du site, vous devez déterminer si les types et localisations des couverts végétaux sont plausibles et précis ou non. Par exemple, si vous êtes situé dans une zone de climat tempéré de latitude moyenne, est-ce que vos données incluront des types de couverture du sol que l'on trouve uniquement dans des zones tropicales équatoriales ? Est-ce logique de n'avoir que des types de couverture du sol qu'on ne rencontre que dans des zones arides et désertiques ? Trouvez-vous des classes de zones montagneuses alors que vous êtes situé en plaine côtière ? Posez-vous ce genre de questions à propos des classes de la couverture du sol de votre région. Vérifiez les classes et les définitions MUC pour déterminer si les classes de couverture du sol que vous choisissez sont logiques pour votre site d'étude GLOBE.

Ensuite, réfléchissez à la localisation de chacun de ces types de couverture du sol. En utilisant votre connaissance du site et d'autres sources d'information, comme une impression de votre image Landsat, des cartes topographiques ou des photos aériennes (selon disponibilité), est-ce que la position des différents types de la couverture du sol vous paraît logique ? Sinon, quel(s) type(s) de couverture du sol est absurde ?

Après examen minutieux de vos données et vérification de la vraisemblance de celles-ci, vous êtes prêt à comparer vos types de couverture du sol avec ceux d'autres écoles. Des courbes peuvent aider à répondre aux différentes questions que vous vous êtes posées pendant la collection des données. À quoi cela ressemble-t-il sur d'autres sites ? Comment sont vos données vis-à-vis de celles d'autres écoles ? En utilisant les pages de visualisation du site web GLOBE, vous pouvez comparer vos données, par l'intermédiaire de courbes, avec celles d'autres écoles qui avaient des sites d'identification de la couverture du sol semblables aux vôtres.

## ***Que recherchent les scientifiques dans ces données ?***

Les données des sites d'identification de la couverture du sol forment un « instantané » du type de la couverture du sol d'une zone particulière à un moment précis. Ces données peuvent être utilisées par n'importe qui réalisant une carte où les informations de la couverture du sol sont requises. Carte des zones habitées, topographie, quantité de matériaux inflammables, urbanisme, type de forêt, localisation des espèces, etc. sont des exemples d'utilisation de données comme celles des sites d'identification de la couverture du sol GLOBE, en tant que référence pour créer ou certifier une carte. Les étudiants qui collectent les données des sites d'identification de la couverture du sol dans une seule et même zone sur une longue période aident les scientifiques dans la surveillance des changements d'une région au fil du temps. Afin que les scientifiques puissent utiliser les données des sites d'identification de la couverture du sol GLOBE, les classes MUC doivent être aussi détaillées que possible, et les coordonnées GPS exactes. Les photographies prises par les étudiants dans les quatre directions cardinales sont importantes pour s'assurer de la qualité des données.

## ***Un exemple de projet d'étudiant***

Des étudiants d'une école de Stockholm, en Suède, ont collecté des données d'un site d'identification de la couverture du sol pendant plusieurs mois. Ils ont effectué une recherche sur le site web GLOBE pour voir si d'autres écoles avaient elles aussi collecté des données sur la couverture du sol, et se sont aperçus qu'une de leurs classes MUC apparaissait fréquemment dans les données des autres écoles. MUC 0192, Forêt tempérée et subpolaire continue d'arbres persistants à aiguilles avec des couronnes de croissances irrégulières, se retrouve dans de nombreux états aux Etats-Unis, et dans de nombreux pays de part le monde. Les étudiants étaient curieux de savoir s'il y avait des corrélations entre les latitudes des écoles, les modèles climatiques, et/ou les relevés hygrométriques du sol. Tous les groupes de cette classe ont choisi des mesures GLOBE différentes pour y chercher la latitude et l'élévation, la

température, les précipitations et l'hygrométrie du sol. Ils ont émis l'hypothèse que la classe MUC 0192 ne se trouvait que dans des zones aux données similaires aux leurs.

Afin de vérifier leur hypothèse, le groupe qui effectuait des recherches sur les similarités de température ont d'abord localisé les autres écoles qui avaient rapporté des sites avec le même code MUC : 0192. En utilisant les visualisations GLOBE, ils ont tracé un graphique rapportant les températures annuelles de chacune des écoles. Une fois toutes les données mises sous forme graphique, ils ont étudié toutes les tendances qu'ils voyaient. Ils ont aussi noté les températures maximales et minimales pour chaque école, et s'ils pouvaient déterminer si l'école avait subi plusieurs

périodes ou non durant l'année. Si une école avait des données GLOBE sur la température sur plus d'un an, ils ont ajusté les graphiques en incluant ces données. Ils ont ainsi trouvé que les écoles avaient une saison chaude et une saison froide.

Ils ont rédigé leurs découvertes et réalisé un affichage des courbes afin de les utiliser pour une présentation en classe. Ils ont ensuite attendu pour savoir si les autres groupes avaient eux aussi trouvé certaines tendances en comparant les données.

Pour plus de détails concernant cette activité, reportez-vous à *l'Activité d'Apprentissage : utilisation des données GLOBE pour l'analyse de la couverture du sol*.

# Protocole de biométrie



## **Objectif général**

Mesure et classer et classer la vie végétale présente sur un site test pour aider à déterminer la classification MUC.

## **Objectif spécifique**

Les étudiants doivent marcher le long d'une demi-diagonale sur le site test de la couverture du sol. L'étude peut éventuellement inclure l'étude du Couvert Forestier, en identifiant les espèces végétales dominantes et co-dominantes, en mesurant la hauteur et la circonférence des arbres et/ou la biomasse des graminées.

## **Compétences**

Les étudiants apprendront comment utiliser des échantillons biologiques pour quantifier et décrire un site test de La couverture du sol.

## **Concepts scientifiques**

### *Physique*

Les objets ont des propriétés physiques qui peuvent être mesurées avec les outils appropriés.

### *Biologie*

La Terre est composée de différents milieux abritant des types d'organismes vivants différents.

Les organismes modifient l'environnement dans lequel ils vivent.

Les populations vivant ensemble et les facteurs avec lesquels ils interagissent constituent un écosystème.

### *Géographie*

Les caractéristiques physiques de l'endroit et la distribution des écosystèmes.

## **Compétences scientifiques**

Identifier les mesures de Biométrie nécessaires à MUC.

Utiliser des guides de terrain pour reconnaître et identifier des espèces.

Interpréter des données et proposer une classification MUC.

Identifier des réponses auxquelles on peut répondre.

Concevoir et mener des investigations scientifiques.

Utiliser les mathématiques appropriées pour l'analyse des données.

Développer des descriptions et des prédictions en utilisant des preuves.

Reconnaître et analyser des explications alternatives.

Communiquer des procédures, des descriptions et des prédictions.

## **Niveau**

Tous niveaux

## **Durée**

Variable, cela dépend du type et du nombre de mesures prises.

## **Fréquence**

Autant que nécessaire pour déterminer les classes MUC des sites, ou fréquemment pour l'enrichissement

## **Matériel et instruments**

Mètre-ruban de 50 m

Boussole

Guide d'identification des espèces

*Guide de Terrain MUC* ou *Tableau du Système et Le Glossaire des Termes MUC* (facultatif)

Stylo ou crayon

Calculatrice (facultatif)

*Feuilles de Données Biométriques* appropriées

Densimètre tubulaire (Voir la section  
*Instruments de Mesures*)  
Clinomètre (Voir la section  
*Instruments de Mesures*)  
Ruban de mesure flexible  
Bandeau opaque  
Petit classeur  
Sac de haricot  
Sécateurs ou gros ciseaux  
Petits sachets en papier marron  
Four à sécher  
Balance, précise à 0.1 g près

### ***Préparation***

Faites de copies des *Feuilles de Travail* appropriées.

Familiarisez vos étudiants avec le système MUC.

Rassemblez les éléments pour construire clinomètre et densimètre.

Exercez vos étudiants à mesurer sur le terrain et utiliser une boussole.

### ***Prérequis***

Les étudiants doivent fabriquer les instruments.

# Protocole de Biométrie

## - Introduction

La Biométrie traite de la mesure de tout ce qui est vivant. Pourquoi les scientifiques ont-ils besoin de mesures sur le vivant ? Que nous disent-elles sur notre environnement ? Les mesures de Biométrie comprennent la mesure de la hauteur des arbres et leur circonférence, le Couvert Forestier, la couverture du sol et la biomasse des graminées. Les graminées sont des plantes telles que les herbes ou similaires. Tout cela quantifie la taille ou la quantité de ces plantes.

Qu'y a-t-il à l'intérieur des arbres et des plantes ? De quoi sont-ils faits ? Est-ce que différents types de couvert de terrain peuvent avoir différentes tailles d'arbres, arbustes ou d'herbe ? Peut-il y avoir des quantités différentes de ces végétaux ? Imaginez un désert. Quel y est l'arbre ou l'arbuste le plus commun ? Cela est-il un signe révélateur du type de terrain ? Comparez ceci aux arbres les plus connus rencontrés en forêt.

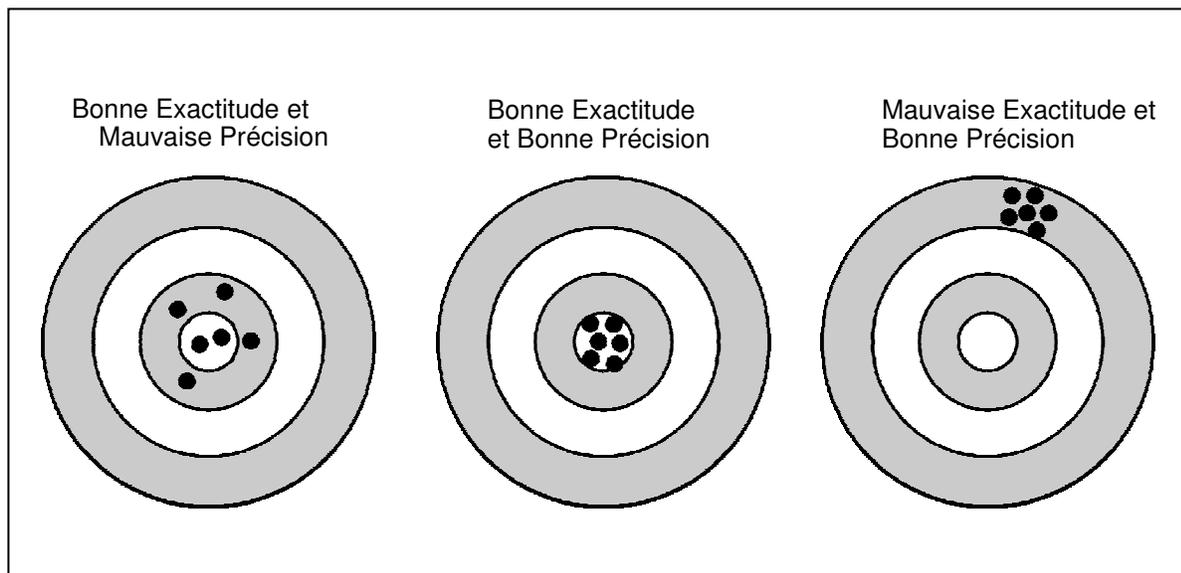
Est-ce que les mêmes types de La couverture du sol peuvent avoir des arbres, arbustes et herbes de différentes tailles ? Peut-il y avoir des quantités différentes de ces végétaux ? Imaginez deux marécages ? Est ce que les arbres, arbustes et herbes ont les mêmes caractéristiques dans les deux terrains ?

La mesure du vivant est importante pour les scientifiques. Ils peuvent montrer la quantité de substance nutritive et de gaz dont disposent les êtres vivants. Ils montrent aussi la quantité de carbone et d'eau à l'intérieur des arbres et des plantes.

Choisir la bonne classe MUC peut se révéler difficile. Comme savoir si on se trouve en présence d'une "forêt à feuilles caduques" et non pas une "forêt à feuilles persistantes" ? Comment savoir la différence entre un paysage à arbustes et un paysage boisé ? Comment distinguer les "hautes graminées" des "petites graminées" ? La Biométrie vise à répondre à ces questions.

Les mesures de Biométrie vous aident à choisir entre les classes MUC. Quelle sorte de mesures aurez-vous donc besoin pour distinguer feuilles caduques et feuilles persistantes ? Comment différencier un arbuste d'un arbre ? De quoi avez-vous besoin pour vous décider entre un site à graminée haute ou courte ?

Les mesures de Biométrie donnent plus de poids à vos données. Lorsque les scientifiques utiliseront vos données de La couverture du sol, les relevés de Biométrie leur donne l'assurance de la bonne qualité des données. Il existe deux tests pour bien mesurer. La Biométrie vous renseignera à quel point vos données sont proches du centre de la cible (la bonne réponse). On appelle cela l'exactitude. Vos données sont *précises* si lorsque vous multipliez les mesures vous obtenez les mêmes résultats en différents endroits du site. L'objectif des étudiants de GLOBE doit être de placer toutes les mesures au milieu de la cible (voir ci-dessous), exactes et précises. La Biométrie vous aide à faire de telles mesures.



# Support pour le Professeur

## **La mesure**

Le protocole de Biométrie est divisé en quatre différentes mesures : le Couvert Forestier, la couverture du sol, les hauteurs des arbres, arbustes et graminées, la circonférence des arbres et la biomasse de graminées. Vous pouvez choisir entre prendre une seule fois la mesure au moment de croissance maximale, ou vous pouvez très bien aussi retourner sur le même site année après année pour mesurer l'évolution de la biomasse à travers le temps. Vous pouvez aussi choisir de prendre deux mesures par an : lorsque la végétation est la plus luxuriante et lorsque qu'elle est à son plus bas niveau (hiver ou sécheresse). Vous devrez toujours suivre ces deux démarches pour déterminer pour déterminer quelles mesures sont à prendre.

D'abord, prenez n'importe quelle mesure pour vous aider à déterminer la classe MUC adéquate. A chaque fois qu'une décision doit être prise entre deux classes MUC, prenez la mesure de Biométrie appropriée (Couvert Forestier, La couverture du sol ou hauteur) pour prendre la bonne décision. Si le choix ne requiert pas une mesure, il n'est pas nécessaire d'en prendre mais il faut néanmoins s'assurer de l'exactitude.

Ensuite, les scientifiques utilisent une vue aérienne en utilisant le système MUC et vous devriez faire de même. Donc, la mesure du Couvert Forestier le plus haut est la plus importante. Le Couvert Forestier a rapport avec les couches de végétation. Il peut y avoir plusieurs couches de chaque type (arbres et/ou arbustes). Il y a couches multiples quand il y a différents niveaux de couverts forestiers. Quand ces couches ne sont pas présentes, c'est la couverture du sol qui représente le type de végétation dominante. Voir Figure LAND-BI-1. Quand un satellite passe au-dessus d'un site, il enregistre la quantité de longueur d'onde dans la lumière réfléchi d'un site par TOUTE la végétation qu'il peut voir. Dans les forêts denses où les arbres recouvrent intégralement le sol et les arbustes, ce sont les arbres qui vont émettre le plus de lumière. Voir Figure LAND-BI-2. Dans les régions seulement boisées, où le sol apparaît entre les feuillages, le sol et les arbustes ont une plus grande part dans la réflectance mais ce sont toujours les arbres qui auront le plus grand pourcentage.

Voir Figure LAND-BI-3. Dans les paysages à arbustes, là où ils dominent, la réflectance sera imputable en très grande partie à ceux-ci et beaucoup moins aux arbres ou au sol qui sont eux aussi sur le site. Voir Figure LAND-BI-4. Avoir cela en tête vous aidera à bien déterminer quelles sont les bonnes mesures de biométrie à prendre. Par exemple, dans une forêt dense avec des arbres recouvrant toute la zone, des petits arbustes éparpillés sous les arbres et quelques hautes herbes au sol, les mesures les plus pertinentes seront celles du Couvert Forestier des arbres, leur circonférence, la couverture du sol et la hauteur des arbres. Vous pouvez mesurer la taille des arbustes ou la biomasse des graminées, mais étant donné que ce sont les arbres qui domineront les valeurs de réflectance, les données sur les graminées et les arbustes seront beaucoup moins importants. Un autre exemple : un site à végétation herbacée. Voir Figure LAND-BI-5. Si un site était au début à graminées avec deux arbres et plusieurs arbustes, les relevés les plus utiles sont ceux de la biomasse de graminées. Vous pouvez mesurer la taille des arbres et arbustes, mais comme ce ne sont pas les espèces dominantes, leur contribution à la réflectance totale du site est faible et les graminées sont celles qui réfléchiront le plus de lumière sur cette zone. Cependant, il peut être intéressant de noter que ce site comportait aussi des arbres et des arbustes. N'importe quelle information de cette sorte est une donnée supplémentaire importante puisque les sites composés uniquement d'herbacées auront une réflectance légèrement différentes de ceux, herbacés aussi, comportant des arbustes et des arbres. (Note: Si vous avez utilisé une mesure de Couvert Forestier ou de La couverture du sol pour déterminer la classe MUC, reportez-les également.)

## **Préparation des Etudiants**

Les étudiants doivent être capables d'identifier et définir un couvert de site homogène.

Les étudiants doivent comprendre et connaître comment classifier un site en utilisant le système MUC.

Les étudiants doivent fabriquer et savoir comment se servir du densimètre et du clinomètre.

Les étudiants doivent connaître l'utilisation de la boussole.

Les étudiants doivent pouvoir mesurer en marchant. Ils connaissent la longueur d'un de leur pas et combien il en faut pour mesurer 21,2 mètres.

Figure LAND-BI-1: Couche de Végétation Multiples : Couvert forestier d'Arbres, d'Arbustes et La couverture du sol.

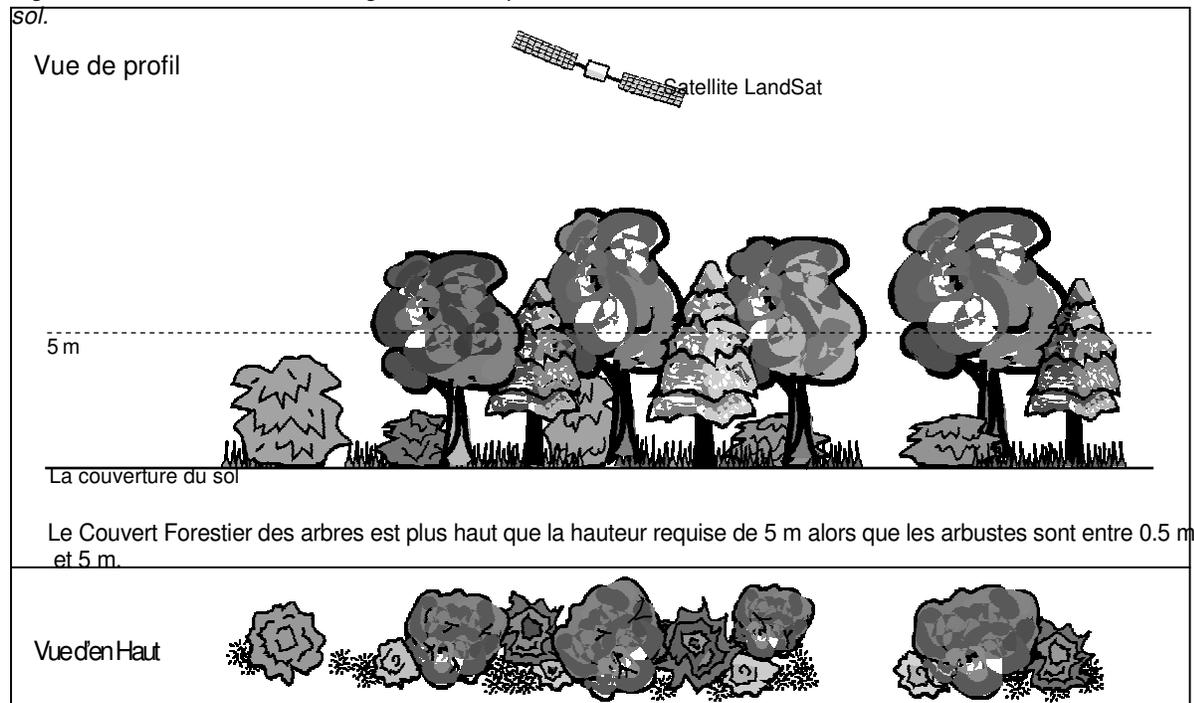


Figure LAND-BI-2: Site de Forêt Dense

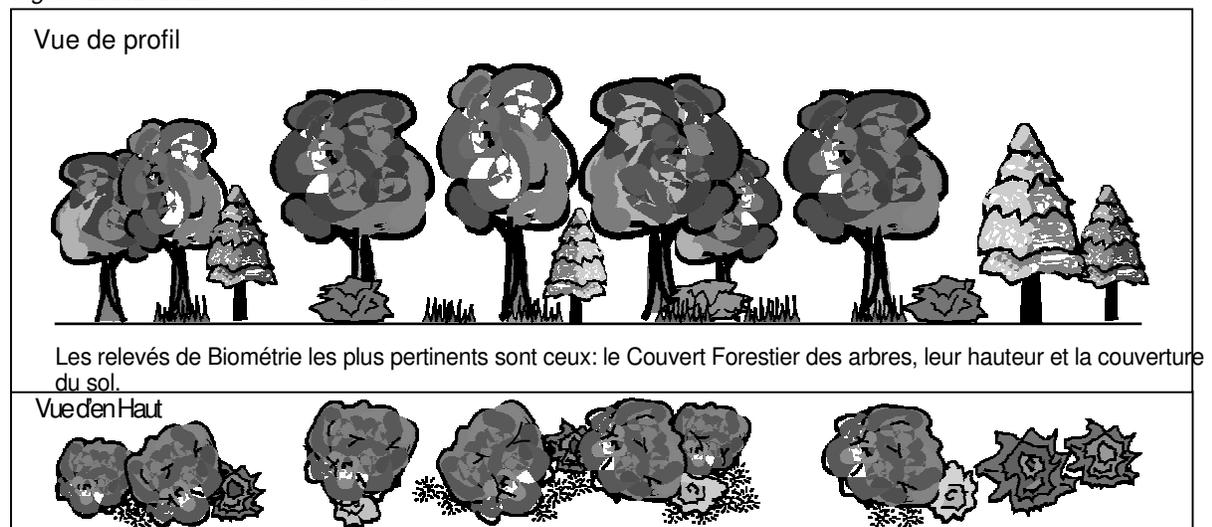


Figure LAND-BI-3: Région boisée

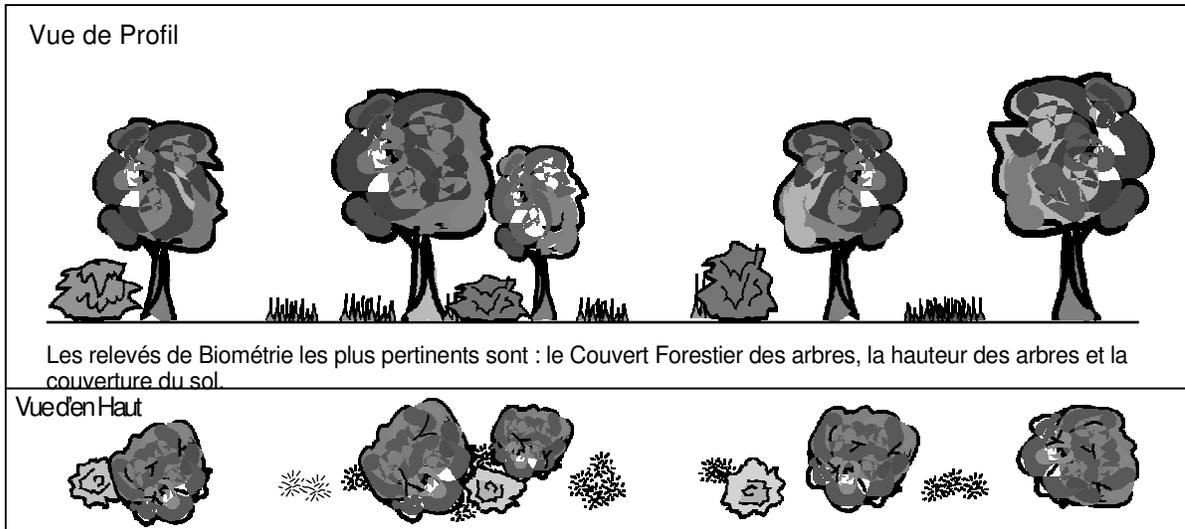


Figure LAND-BI-4: Formations d'Arbustes

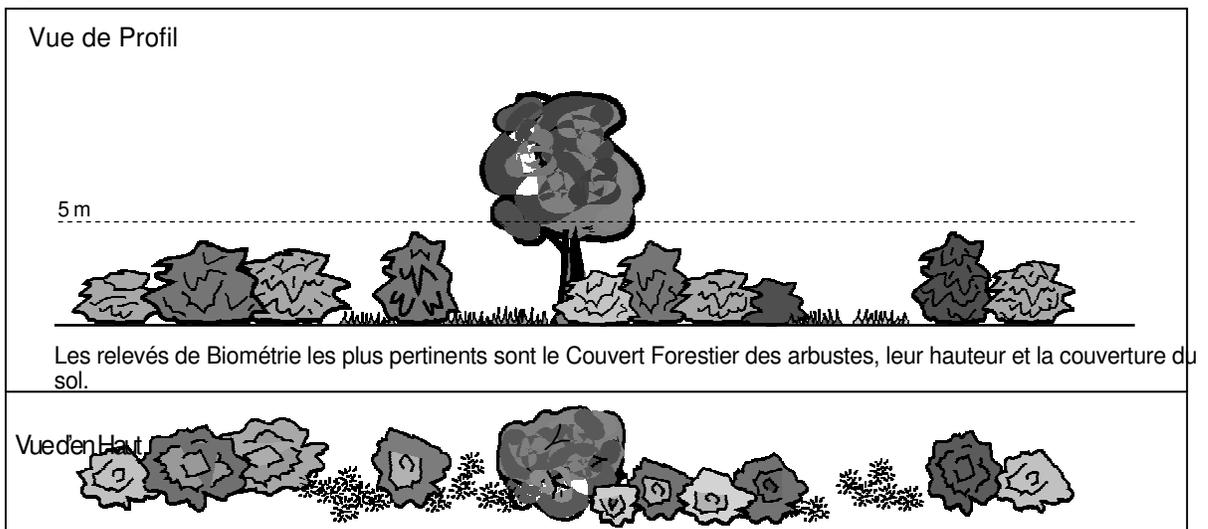
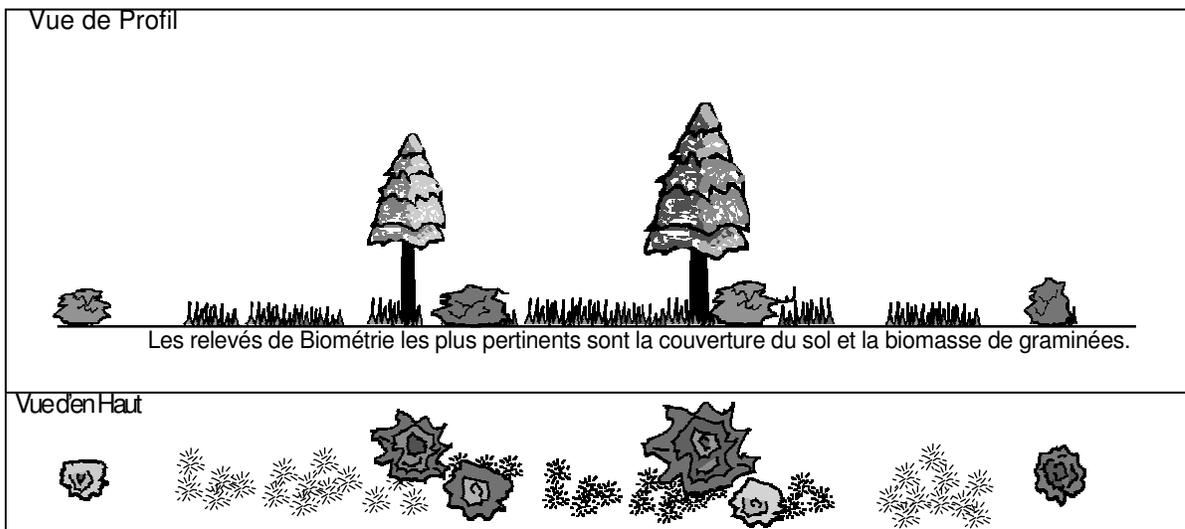


Figure LAND-BI-5: Zone Herbacée



## Quelques Astuces

- Effectuez ces mesures dans un endroit près de l'école afin de faire quelques essais avant.
- Vous ou vos étudiants pouvez aussi visiter un site assez vaste et homogène avant de vous lancer dans une campagne de mesures.
- Lorsque vous ferez la différence entre arbres et arbustes, utilisez la définition de l'arbre donné dans le Guide Terrain MUC et le Glossaire des Termes MUC : un arbre a une hauteur de 5 mètres minimum. Vous pouvez aussi vous exercer à estimer cette hauteur grâce à un clinomètre à l'école avant de vous rendre sur le terrain.
- Si le Couvert Forestier est tellement petit qu'il se trouve en dessous de l'observateur, considérez le comme de la couverture du sol. Les arbustes nains sont toujours considérés comme de la couverture du sol.
- Il y a 2 Feuilles de Données Couvert forestier et La couverture du sol, une à utiliser quand le Couvert Forestier est formée d'arbres et une autres pour les arbustes. Dans une zone à arbustes, le Couvert Forestier fait référence au Couvert Forestier d'arbustes. Gardez toujours à l'esprit que les mesures que vous prenez sont utilisées par les scientifiques étudiant la couverture du sol grâce à un satellite. C'est donc le Couvert Forestier le plus élevé que vous devez caractériser.
- Si vous avez des difficultés à déterminer si un site est une forêt, un terrain boisé ou un terrain à arbustes, vous pouvez avoir besoin de parcourir deux fois la demi diagonale. Rappelez-vous de la "vue par le haut" et regardez le plus haut Couvert Forestier avec votre densimètre pour faire la bonne mesure. La première fois, utilisez la *Feuille de Données sur le Couvert Forestier des Arbres et la couverture du sol* en marquant un (+) quand vous apercevez un arbre à travers le collimateur du densimètre. Déterminez le pourcentage d'arbres dans le Couvert Forestier (nombre de + / nombre d'observations dans *Feuille de Données sur le Couvert Forestier des Arbres et la couverture du sol*). Si le résultat est de 40% ou plus, alors c'est une forêt et vous devrez utiliser *Feuille de Données sur le Couvert Forestier des Arbres et la couverture du sol* pour la collecte des relevés sur la couverture du sol sur la demi-diagonale et les marquer. Si les arbres représentent moins de 40% du Couvert Forestier, marchez le long de la demi-diagonale en utilisant cette fois la *Feuille de Données sur le Couvert*

*Forestier des Arbustes et la couverture du sol.* Marquez un (+) quand vous apercevez un arbuste à travers le collimateur du densimètre. Déterminez le pourcentage d'arbustes dans le Couvert Forestier (nombre de + / nombre d'observations dans *Feuille de Données sur le Couvert Forestier des Arbustes et la couverture du sol*). Si le résultat est de 40% ou plus, alors c'est terrain à arbustes et vous devrez utiliser *Feuille de Données sur le Couvert Forestier des Arbustes et la couverture du sol* pour la collecte des relevés sur la couverture du sol sur la demi-diagonale et les marquer.

- Si les arbustes et les arbres représentent tous deux moins de 40% du Couvert Forestier, choisissez la *Feuille de Données* en rapport avec le type qui est le plus présent pour ensuite procéder aux relevés de La couverture du sol. Exemple : sur un site, le Couvert Forestier des arbres atteint 15% et 35% pour les arbustes. Utilisez alors la *Feuille de Données sur le Couvert Forestier des Arbustes et la couverture du sol* pour vos relevés de La couverture du sol et marquée le Couvert Forestier des arbres et des arbustes comme donnée additionnelle. Comme les arbres et les arbustes représentent moins de 40% du Couvert Forestier, la classe MUC correspondante n'est ni une Forêt Dense, ni une Région Boisée, ni un Maquis. Dans ce cas, utilisez la couverture du sol pour déterminer la classe MUC adéquate.
- Il est plus efficace de faire travailler vos étudiants par groupes de deux ou trois pour ce protocole.
- Pour une lecture plus précise, d'autres groupes d'étudiants peuvent refaire les mesures. Si différentes équipes, marquez la moyenne des mesures si elles sont assez proches.
- Avant d'aller sur le terrain, apprenez à vos étudiants à se servir des guides de terrains sur la végétation autour de votre établissement.
- Il est conseillé de demander l'avis d'experts (gardes forestiers, etc.) pour vous aider à déterminer précisément les variétés.
- Si votre site change de caractéristiques pendant l'année et que vous avez choisi de mesurer les changements de la biomasse au cours du temps, prenez les mesures de biométrie quand la végétation a atteint son maximum de croissance et d'autres lorsqu'elle est à son niveau le plus bas.

- Si les étudiants les plus petits n'arrivent pas à mesurer une diagonale avec moins de 80 pas, ils doivent prendre une nouvelle mesure tous les 2 pas.
- Pour les étudiants les plus jeunes, si l'angle sur le clinomètre est de 45°, la distance à laquelle il se tient de l'arbre est la hauteur de l'arbre au-dessus du niveau des yeux. Voir *Technique pour Mesurer la Hauteur des Arbres au Sol : Guide de Terrain de la Technique Simplifiée du Clinomètre*.
- Si vous allez revisiter une forêt ou une région boisée, marquez ou étiquetez les arbres que vous utilisez. Utilisez par la suite toujours les mêmes arbres, et marquez leur hauteur et leur circonférence dans le même ordre.
- Des exemples de FORBS: trèfle, fougères, tournesols, laitrons.
- N'utilisez pas un four traditionnel pour faire sécher les graminées. Ceci est dangereux car le four doit être laissé allumé pendant plusieurs jours !
  - Pour les climats chauds et secs, les graminées peuvent être séchées simplement à l'extérieur, en utilisant des sacs de toile dehors.
- Assurez vous d'utiliser plusieurs sacs pour sécher correctement les graminées.
- Si vous effectuez les relevés de Couvert forestier et La couverture du sol avec une classe entière, divisez-la en groupes pour que chaque groupe aille le long d'une diagonale différente. Chaque groupe aura besoin de sa propre copie du *Guide de Terrain*, une *Feuille de Données* et un

densimètre. Idéalement, une seule personne doit être chargée de mesurer avec ses pas, et une autre doit noter les mesures. Celui qui fait les pas prend les mesures. Celui qui marque note ces mesures sur la *Feuille de Données* et s'assure que celui qui marche le fait en ligne droite dans la direction voulue. Celui qui marche doit savoir combien de ses pas il y a dans les 21.2 mètres de la demi diagonale. Faites en sorte que chaque étudiant marque ce nombre de pas sur sa copie du *Guide de Terrain*. C'est le nombre total de mesures à prendre en marchant le long d'une demi-diagonale du centre vers le coin de la zone de 30 m x 30 m.

### **Questions pour aller plus loin**

Quelles sont les essences dominantes et co-dominantes sur le site test ? Est-ce que ces essences sont présentes sur tous les terrains ayant la même classe MUC ?

Est-ce que les espèces dominantes et co-dominantes sont communes dans votre région ? Ces espèces sont-elles originaires de votre région ? Sont-ce des arbres matures ou juvéniles ?

Il y a-t-il une relation entre le Couvert Forestier et la couverture du sol ?

Est-ce que les pourcentages du Couvert Forestier et de la couverture du sol à un rapport avec la classe MUC ?

De la végétation verte ou brune, laquelle est en plus grande quantité ? Pensez-vous que ces proportions vont changer au cours de l'année ?

Si votre site de classe MUC 4 a des arbres et des espèces co-dominantes : est-ce que la végétation herbacée autour des arbres est la même que sur les terrains plus dégagés ?

# Couvert Forestier et La couverture du sol

## Guide de Terrain

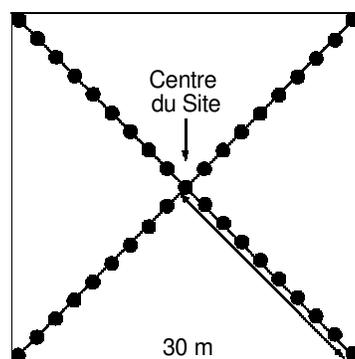
### Objectif

Prendre des mesures du Couvert Forestier et de la couverture du sol en marchant le long d'une demi diagonale pour prendre des mesures pour déterminer la classe MUC de votre site test.

### Ce dont vous avez besoin

- Densimètre tubulaire
- Boussole
- Feuille de données du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol
- Guide d'espèces locales
- Feuille de données du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol
- Stylo ou crayon
- Classeur

### Sur le terrain



**N**  
↑  
Site Echantillon avec ses 4 demi-diagonales de 21.2 m. (Vers le NE, SE, SW et NW).

- Localisez le centre de votre site test homogène. C'est votre point de départ. Prenez les mesures décrites dans les étapes 2 et 3 depuis le centre du site en marchant le long d'une demi-diagonale (21.2m) dans chacune des 4 directions (NE, SE, SW et NW, en utilisant une boussole pour s'orienter). Arrêtez-vous tous les deux pas, pour effectuer les étapes 2 et 3.
- Il y a deux feuilles de Données possibles pour mesurer le Couvert Forestier et la couverture du sol, la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol* et *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*. Les étapes suivantes vont vous aider à décider laquelle utiliser. Cependant, si vous êtes toujours indécis(e) après cela, vous pouvez choisir un nouveau site où il sera plus facile de se décider.

## Étapes :

1. Décidez quelle *Feuille de Donnée du Couvert forestier et de La couverture du sol* est appropriée, en utilisant la procédure suivante.

a. Si le site est manifestement dominé (plus de 40%) par les arbres (plus de 5 mètres de hauteur) utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol*. Allez à l'étape 2.

b. Si le site est manifestement dominé (plus de 40%) par les arbres (entre 50 cm et 5 mètres de hauteur) utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*. Allez à l'étape 2.

c. Si vous n'arrivez pas à déterminer le couvert dominant:

- Marchez sur une demi-diagonale (21.2 m) depuis le centre du site en utilisant votre densimètre et la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol*. Passez à l'étape 2, en marquant un (+) si vous voyez un arbre à travers le collimateur du densimètre ou un (-) sinon. Notez chaque information sur le Couvert Forestier pour chaque arbre pour lequel vous avez un (+).

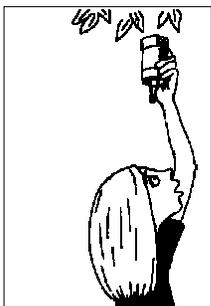
- Calculez le pourcentage du Couvert Forestier (nombre de + / nombre total d'observations de la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol*). Si le pourcentage atteint ou dépasse 40%, utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol* et marchez le long des demi-diagonales encore une fois en suivant les instructions de l'étape 3 pour recueillir les données de La couverture du sol.

- Si les arbres représentent moins de 40%, marchez le long des diagonales encore une fois en utilisant la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*. Suivez l'étape 2, en marquant un (+) à chaque fois que vous voyez un arbuste dans le collimateur et ce même si c'est un arbre que vous voyez, et marquez un (-) si vous n'avez rien à la croisée du collimateur. Reportez les informations supplémentaires sur le Couvert Forestier à chaque fois que vous notez un (+).

- Calculez le pourcentage du Couvert Forestier constituée par des arbustes (nombre de + / nombre total d'observations de la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*). Si les arbustes dominent (40% ou plus), utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol* pour noter toutes données concernant la couverture du sol en marchant le long des demi-diagonales encore une fois, en suivant l'étape 3.

- Si les arbres et les arbustes représentent chacun moins de 40%, choisissez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier et de la couverture du sol* qui correspond au type de végétation (arbres ou arbustes) dont le pourcentage est le plus élevé et marchez encore une fois le long des demi-diagonales en suivant l'étape 3. Notez le pourcentage d'arbres et arbustes comme données supplémentaires car elles aident les scientifiques à comprendre la composition du site. **Note:** Puisque ni les arbres ni les arbustes ne sont dominant, la classe MUC du terrain ne peut pas être une Forêt Dense (0), une Région Boisée (1) ou un Maquis (2).

2. Regardez vers le haut à travers votre densimètre en direction du Couvert Forestier. Assurez vous que le densimètre est en position verticale grâce au boulon/rondelle qui doit être en dessous de la croisée du collimateur du densimètre. Regardez le Couvert Forestier le plus haut. Si vous utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbres et de la couverture du sol*, n'enregistrez des données uniquement que pour les arbres et ignorez les arbustes. Si vous utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*, n'enregistrez des données que pour les arbustes et ignorez les arbres.



a. Si vous voyez de la végétation, des branches ou des brindilles au niveau du collimateur :

- Notez un (+) sur la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier et de la couverture du sol*. Rappelez-vous que vous ne devez noter un (+) que si c'est de la végétation provenant d'un arbre que vous voyez. Si celle-ci appartient à un arbuste, marquez un (-) et sautez les étapes suivantes. Le contraire serait vrai si vous utilisez la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*.

- Identifiez les noms des essences (espèces). Si vous ne connaissez ni le genre ni l'espèce, marquez le nom commun. Si vous ignorez ce dernier, recueillez une feuille, décrivez-la ou même dessinez-la pour l'identifier une fois de retour en classe.

- Marquez le type de Couvert Forestier Persistant (E pour "Evergreen") ou Caduque (D pour "Deciduous").

b. Si vous ne voyez ni végétation, ni branches, ni brindilles au niveau du collimateur :

- Marquez un (-) sur la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*.

3. **Restez debout et regardez vers le bas pour observer la végétation qui touche votre pied ou jambe sous le genou. Ne déplacez pas votre pied.** Simplement, considérez la végétation qui vous touche sans même bouger. Et ne regardez pas au travers de votre densimètre cette fois-ci !



- a. Si la végétation est verte (vivante), notez un G sur la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la La couverture du sol*.
  - b. Si la végétation est verte, notez s’il s’agit de graminée (GD), herbacée (FB), autre végétation verte (OG), Arbuste (SB) ou Arbuste Nain (DS).
  - c. Si la végétation est brune mais toujours enracinée, marquez un (B).
  - d. S’il n’y a aucune végétation, marquez un (-) sur la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier des Arbustes et de la couverture du sol*.
4. Après avoir terminé de parcourir les diagonales et marquer les mesures, remplissez le tableau résumé au bas de la *Feuille de Donnée du Couvert Forestier et de la couverture du sol* en utilisant les formules exposées ci-dessous comme référence pour le calcul des pourcentages. **Note:** Si d’autres groupes ont parcouru la diagonale, comparez vos résultats “% Couvert Forestier” et “%La couverture du sol” avec ceux des autres groupes et utilisez les valeurs moyennées pour déterminer le couvert dominant du terrain pour ensuite envoyer les résultats à GLOBE.
5. Si vous avez suffisamment de données pour déterminer la classe MUC de ce site à ce niveau des investigations, vous en avez alors fini. Si les arbres, arbustes ou hauteur des graminées ne peuvent être estimées, suivez le Guide de Terrain pour la Hauteur des Arbres, Arbustes et Graminées.

**Déterminer le Pourcentage de Couvert Forestier des Arbres et Arbustes (Colonne 1):**

Calculez le pourcentage d’arbres et d’arbustes dans le Couvert Forestier en utilisant les données collectées. Utilisez l’équation suivante comme modèle.

$$\% \text{ Couvert Forestier des Arbres ou Arbustes} = \frac{\text{Nb de + (Arbres ou Arbustes)}}{\text{Nb d'observations}} \times 100$$

**Déterminer le Pourcentage du Couvert Caduque ou Persistant (Colonne 3):**

Calculez le pourcentage d’arbres ou d’arbustes à feuilles caduques ou persistantes dans le Couvert Forestier en utilisant les données collectées. Utilisez l’équation suivante comme modèle.

$$\% \text{ Persistant} = \frac{\text{\# of Es (Observations de Persistantes)}}{\text{Nb de E + Nb de D (Nb total d'observations du couvert)}} \times 100$$

**Déterminer le Pourcentage de La couverture du sol (Colonne 4):**

Calculez le pourcentage de La couverture du sol en utilisant les données collectées. Utilisez l’équation suivante comme modèle.

$$\% \text{ La couverture du sol} = \frac{\text{Nb de G (Vert) + Nb de B (Brun)}}{\text{Nb Total d'Observations}} \times 100$$

**Déterminer la Composition de la couverture du sol par les Végétaux. (Colonne 5):**

Calculez le pourcentage de terrain occupé par les différents types de végétaux en utilisant les données collectées et l’équation suivante.

$$\% \text{ Graminées} = \frac{\text{Nb de GD (Observations de Graminées)}}{\text{Nb de GD + Nb de FB + Nb de OG + NB de SB + NB de DS' (Nombre total d'observations de végétaux au sol)}} \times 100$$

**Déterminer le Pourcentage Total d’Arbustes (Colonne 6):**

$$\% \text{ Total d'Arbustes} = \frac{\text{Nb de + (Arbustes présents)}}{\text{Nb Total d'Observations}} \times 100$$

# Hauteur des Graminées, Arbres et Arbustes

## Guide de Terrain

### Objectif

Mesurer la hauteur de la végétation de graminées, arbuste et/ou arbres pour aider à déterminer la classe MUC de votre site test.

### Ce dont vous avez besoin

- 50 m de ruban flexible
- Mètre ruban flexible
- Sac de haricots
- Feuille de données de la Hauteur des Graminées, Arbustes ou Arbres
- Crayon ou stylo
- Marqueur permanent pour les arbres (facultatif)
- Clinomètre
- Guide des espèces locales
- Bandeau

### Sur le Terrain

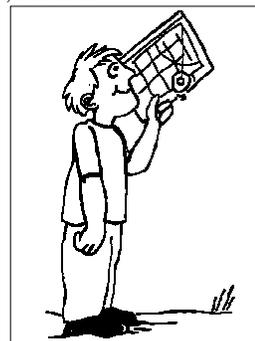
1. Mesurer la hauteur des Graminées (les Graminées sont des espèces s'apparentant aux herbes.)

- a. Tenez vous au milieu de votre site test et bander les yeux de votre partenaire. Laissez le ensuite lancer un sac de haricots quelque part, n'importe où sur le site.
- b. En utilisant le ruban mètre flexible, mesurez la hauteur de la végétation herbacée là ou le sac a atterri. Mesurez du sol jusqu'en haut des graminées.
- c. Marquez la hauteur des Graminées dans la Feuille de Données de la Hauteur des Graminées, Arbres et Arbustes.
- d. Répétez cette démarche encore deux fois et faites la moyenne des résultats.
- e. Utilisez cette moyenne pour déterminer la classe MUC.

2. Mesurer la hauteur des Arbustes (entre 0.5 m et 5.0 m)

- a. Tenez vous au milieu de votre site test et bander les yeux de votre partenaire. Laissez-le ensuite lancer un sac de haricots quelque part, n'importe où sur le site.
- b. Repérez l'arbuste le plus proche de l'endroit où le sac a atterri. Mesurez la taille de l'arbuste avec un mètre ruban si possible, depuis le sol jusqu'à la plus haute branche. Si l'arbuste est trop grand, mesurez-le avec le clinomètre en suivant les instructions pour Mesurer la hauteur d'un arbre dans la section suivante.
- c. Notez la hauteur dans la Feuille de Données de la Hauteur des Graminées, Arbres et Arbustes.
- d. Répétez cette démarche encore deux fois et faites la moyenne des résultats.
- e. Utilisez ces résultats pour déterminer la classe MUC

3. Mesurer la hauteur des arbres (Astuce: les arbres ont une taille de plus de 5 m.)



a. Déterminez l'espèce dominante (la plus fréquente) et co-dominante (seconde plus fréquente) en comptant le nombre de fois que chaque espèce revient dans les observations de la *Feuille de Données du couvert Forestier et du sol*. Notez le nom des espèces sur la *Feuille de Données sur la Hauteur des Arbres, Arbustes et Graminées*.

b. Choisissez:

- Le plus haut arbre de l'espèce dominante.
- Le plus petit arbre de l'espèce dominante qui touche le Couvert Forestier.
- Trois arbres dont la taille est comprise entre celle du plus petit et celle du plus grand.

c. Faites une marque qui résistera au temps avec un marqueur adapté si votre professeur vous l'a demandé ou bien si vous devez revenir plus tard sur le même site pour faire plusieurs mesures au cours du temps.

d. Mesurez la hauteur des arbres au clinomètre. Si vous êtes sur un terrain pentu ou utilisez la technique simplifiée du clinomètre, alors utilisez le *Guide de Terrain de Technique Alternatives pour la Mesure des Arbres* Pour substituer judicieusement les étapes de ces méthodes à celles présentées ci-dessous. Sinon,

- Eloignez-vous de la base de l'arbre jusqu'à ce que vous puissiez voir le sommet de l'arbre à travers la paille du clinomètre.
- Pour de meilleurs résultats, ajustez votre distance à l'arbre de manière à ce que le clinomètre indique une valeur aussi proche de 30° que possible, et que vous soyez à une distance suffisante.
- Assurez-vous que vos pieds sont à la même altitude que la base de l'arbre. Rappelez-vous, si vous n'êtes pas au même niveau que l'arbre, vous devrez utiliser le *Guide de Terrain pour les Techniques Alternative de Mesure des Arbres*.
- Votre partenaire doit lire et enregistrer la mesure de l'angle en degrés (°).
- En utilisant le Tableau des Tangentes, marquez le TAN qui correspond à l'angle sur la *Feuille de Données*.
  - Mesurez la distance entre vous et l'arbre. Votre partenaire doit utiliser pour cela le mètre ruban flexible de 50 m. Notez cela sur votre *Feuilles de Données*.
  - Mesurez la hauteur de vos yeux par rapport au sol (ceci n'a besoin d'être effectué qu'une seule fois). Notez cela dans le tableau.
  - Calculez la hauteur de l'arbre en utilisant la formule suivante :  
$$\text{Hauteur de l'arbre} = \text{TAN (angle du clinomètre)} \times (\text{distance à l'arbre}) + \text{hauteur des yeux}$$
  
et enregistrez ceci sur la *Feuille de Données*.
    - Mesurez la hauteur de chaque arbre trois fois et prenez la valeur moyenne de ces trois hauteurs. Si ces trois hauteurs sont différentes de moins d'un mètre entre elles, notez la moyenne sur la *Feuille de Données*. Sinon refaites les mesures jusqu'à ce qu'elles soient différentes de moins d'un mètre.

e. Répétez l'étape ci-dessus pour les 4 autres arbres.

f. Si votre espèce co-dominante est aussi un arbre, refaites les étapes b à e pour l'espèce d'arbre co-dominante. S'il n'y a pas au moins cinq arbres de l'espèce co-dominante, utilisez des arbres d'autres espèces pour arriver à ce total de cinq individus. Notez les espèces que vous utilisez ainsi dans les Données Supplémentaires.

# Circonférence d'un arbre

## Guide de Terrain

### **Objectif**

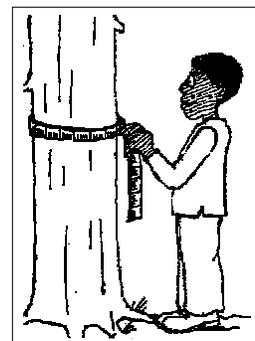
Faire des mesures de circonférence pour les arbres des espèces dominantes et co-dominantes sélectionnés. Utilisez les mêmes arbres qui vous ont servi à obtenir les hauteurs de arbres (dans le même ordre).

### **Ce dont vous avez besoin**

- Mètre ruban flexible
- Feuille de Données des Circonférences d'Arbres
- Stylo ou crayon
- Guide des espèces locales

### **Sur le Terrain**

1. Avec le mètre ruban flexible, mesurez 1.35 m (hauteur de poitrine) depuis le sol à la base de l'arbre.
2. Mesurez la circonférence en *centimètres* à hauteur de poitrine.
3. Notez cette circonférence dans la *Feuille de Données des Circonférences d'Arbres*.
4. Refaites la même mesure pour tous les arbres dont vous avez mesuré la hauteur.



# Biomasse des Graminées

## Guide de Terrain et de Laboratoire

### Objectif

Mesure de la Biomasse des Graminées sur le site test. **Note:** les Graminées font référence à la végétation qui s'apparente aux herbes.

### Ce dont vous avez besoin

- Sac de haricots
- Coupe-herbe ou gros ciseaux
- Feuille de Données de la Biomasse des Graminoïdes
- Petits sacs en papier marron
- Stylo ou crayon
- Guide des espèces locales
- Bandeau
- Balance

### Sur le Terrain

1. Bandez les yeux de votre partenaire et laissez-le lancer le sac de haricot n'importe où sur le site.
  - a. Délimitez un carré de un mètre de côté autour du sac pour prendre un échantillon au hasard.
  - b. En utilisant le coupe-herbe, prélevez toute la végétation dans le carré. Ne recueillez pas de feuilles tombées ou détritiques.
  - c. Triez la végétation découpée selon ce qu'elle est verte ou brune. Même un végétal avec un peu de vert est considéré vert.
  - d. Placez les portions vertes et les brunes chacune dans un sac en papier. Étiquetez les sacs comme demandé par votre professeur.
2. Répétez ces étapes encore une fois.



### En Classe

3. Calculez la Biomasse de Graminées :
  - a. Contrôlez la température du four à sécher. Elle devrait se situer entre 50 et 70 degrés Celsius.
  - b. Mettez les sacs étiquetés dans le four à sécher.
  - c. Utilisez la balance pour mesurer la masse en grammes de chaque sac une fois par jour.
  - d. Quand les masses restent inchangées d'un jour sur l'autre, les échantillons sont secs.
  - e. Notez la masse de chaque sac et leur contenu sur la Feuille de Données de la Biomasse des Graminées.
  - f. Videz le contenu d'un sac et pesez la masse du sac vide. Notez cette masse. Répétez ceci pour chaque sac.
  - g. Calculez la masse de la végétation des graminées (biomasse des graminées) en utilisant la formule suivante :

$$\text{Biomasse des Graminées} = \text{Masse des échantillons et du sac} - \text{Masse du sac vide}$$

- h. Notez la biomasse des graminées de chaque échantillon sur la *Feuille de Données de la Biomasse de Graminées*.

# Mesure de la Hauteur des Arbres au niveau du Sol : Technique du Clinomètre simplifiée

## Guide de Terrain

### Objectif

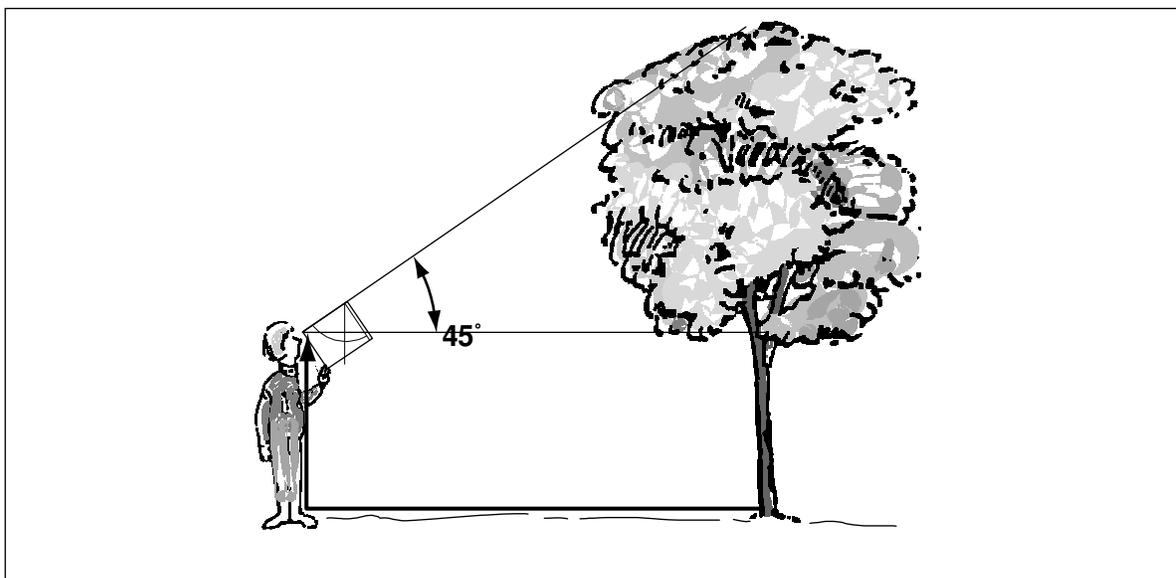
Mesurer les hauteurs ou des arbustes et/ou des arbres pour pouvoir déterminer la classe MUC de votre site test.

### Ce dont vous avez besoin

- Mètre ruban flexible de 50m
- Ruban de mesure flexible
- Petit sac de haricot
- Feuille de Données de Mesures de la Hauteur des Arbres Depuis le Sol : Technique simplifiée du clinomètre
- Stylo ou crayon
- Marqueur permanent pour les arbres (facultatif)
- Clinomètre
- Guide des espèces locales

### Sur le Terrain

1. Travaillez par équipe de deux ou trois. Eloignez-vous de la base de l'arbre jusqu'à ce que le clinomètre indique 45 degrés lorsque vous voyez le sommet de l'arbre à travers la paille.
2. Votre partenaire doit ensuite mesurer la distance qui sépare la pointe de vos orteils à l'arbre avec le mètre ruban de 50m. Puis il doit ensuite mesurer la distance entre le sol et le niveau de vos yeux.
3. La somme de ces deux mesures est la hauteur de l'arbre. Notez-la sur la *Feuille de Données de Mesures de la Hauteur des Arbres Depuis le Sol : Technique simplifiée du clinomètre*.



# Mesure des Arbres sur une Pente: Technique “Stand-by”

## Guide de terrain

### Objectif

Mesurer les hauteurs ou des arbustes et/ou des arbres pour pouvoir déterminer la classe MUC de votre site test.

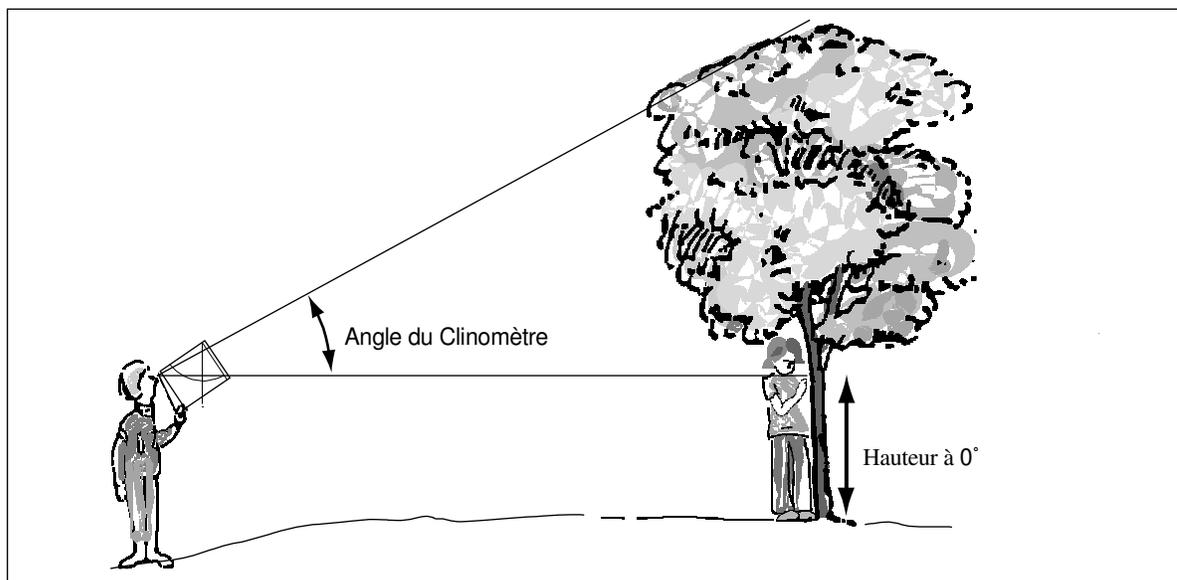
### Ce dont vous avez besoin

- Mètre ruban de 50 m
- Ruban de mesure flexible
- Petit sac de haricots
- Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique en Terrain Pentu*
- Stylo ou crayon
- Marqueur permanent pour les arbres (facultatif)
- Clinomètre
- Bandeau

### Sur le Terrain

1. Travaillez par équipes de trois. Une personne reste auprès de l’arbre (en “stand-by”). Vous et un autre partenaire devez vous éloigner de l’arbre jusqu’à apercevoir le sommet de l’arbre à travers la paille du clinomètre. **Note:** Pour de meilleurs résultats, ajustez votre distance par rapport à l’arbre de manière à ce que le clinomètre indique un angle le plus proche possible de 30 degrés et que vous soyez à une distance supérieure à celle de la hauteur de l’arbre.
2. Visez le sommet de l’arbre avec le clinomètre. Votre partenaire doit lire l’angle indiqué par le clinomètre et le noter.
3. En utilisant le *Tableau des Tangentes*, notez le TAN de l’angle sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique en Terrain Pentu*.
4. En laissant le clinomètre à 0 degrés, regardez à travers la paille et demandez à votre partenaire resté près de l’arbre de localiser précisément l’endroit de l’arbre que vous visez ainsi avec la paille.
5. Mesurez la hauteur depuis la base de l’arbre jusqu’à la position sur l’arbre que vous voyez avec le clinomètre à 0 degrés.
6. Mesurez la distance entre vous et l’arbre à l’aide du mètre ruban de 50 m. Notez ceci sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique en Terrain Pentu*.
7. Calculez la hauteur de l’arbre en utilisant cette formule :

$$[\text{TAN (Angle du Clinomètre)} \times (\text{Distance à l'arbre})] + (\text{Hauteur à 0 degrés sur l'arbre})$$



8. Notez la hauteur de l'arbre sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique en Terrain Pentu*.

9. Refaites les étapes 1 à 8 deux fois encore pour chaque arbre et reportez la valeur moyenne.

# Mesure des Arbres sur une Pente: Technique des Deux Triangles avec les yeux plus hauts que la base de l'Arbre

## Guide de Terrain

### Objectif

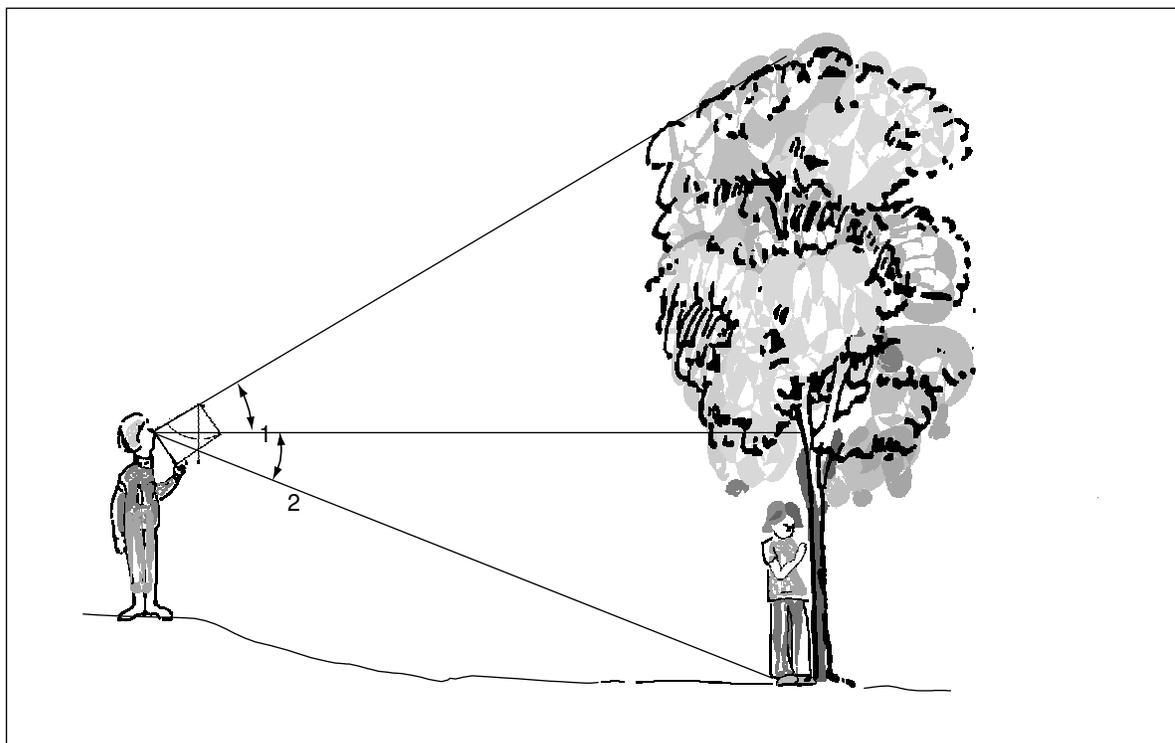
Mesurer les hauteurs ou des arbustes et/ou des arbres pour pouvoir déterminer la classe MUC de votre site test.

### Ce dont vous avez besoin

- Mètre ruban de 50m
- Ruban de mesure flexible
- Tableau des Cosinus
- Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre
- Stylo ou crayon
- Marqueur permanent pour les arbres (facultative)
- Clinomètre
- Guide des espèces locales

### Sur le Terrain

1. Travaillez par équipe de deux. Vous et votre partenaire devez vous éloigner de l'arbre jusqu'à ce que vous puissiez voir le sommet de l'arbre à travers la paille du clinomètre. **Note:** Pour de meilleurs résultats, ajustez votre distance par rapport à l'arbre de manière à ce que le clinomètre indique un angle le plus proche possible de 30 degrés et que vous soyez à une distance supérieure à celle de la hauteur de l'arbre.
2. Visez le sommet de l'arbre avec le clinomètre et notez l'angle. Ceci est la première mesure.
3. En utilisant le *Tableau des Tangentes*, notez le TAN de l'angle sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre*.
4. Retournez le clinomètre et regardez à travers la paille du côté opposé. Visez la base de l'arbre. Votre partenaire doit lire et noter cet angle du clinomètre. Ceci constitue la seconde mesure.
5. En utilisant le *Tableau des Tangentes*, notez le TAN de l'angle sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre*.
6. En utilisant le *Tableau des Cosinus*, notez le COS de l'angle de la seconde mesure sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre*.



7. Mesurez la distance horizontale entre vos yeux et la base de l'arbre. Faites-vous aider par votre partenaire et utilisez le mètre ruban de 50 m. Notez ceci dans sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre.*
8. Calculez la ligne de base en utilisant cette formule :  
(Distance à l'arbre) x COS (2<sup>nd</sup>e mesure)
9. Calculez la hauteur de l'arbre en utilisant cette formule :  
TAN (1<sup>ère</sup> mesure) x (Ligne de base) + TAN (2<sup>nd</sup>e mesure) x (Ligne de base)
10. Notez la hauteur de l'arbre sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre.*
12. Refaites les étapes 1 à 11 deux fois encore pour chaque arbre et notez la valeur moyenne.

# Mesure des Arbres sur une Pente: Technique des Deux Triangles avec les yeux plus bas que la base de l'Arbre

## Guide de Terrain

### Objectif

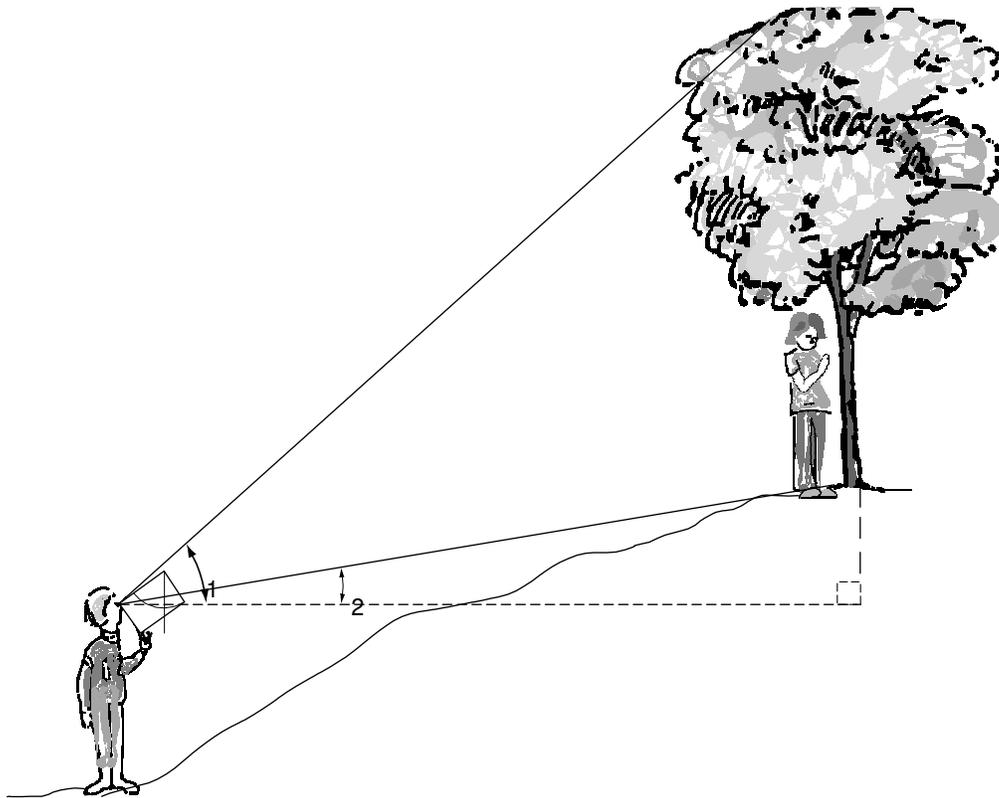
Mesurer les hauteurs ou des arbustes et/ou des arbres pour pouvoir déterminer la classe MUC de votre site test.

### Ce dont vous avez Besoin

- Mètre ruban de 50m
- Ruban de mesure flexible
- Tableau des Cosinus
- Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus bas que la Base de l'arbre
- Stylo ou crayon
- Marqueur permanent pour les arbres (facultative)
- Clinomètre
- Guide des espèces locales

### Sur le terrain

1. Travaillez par équipe de deux. Vous et votre partenaire devez vous éloigner de l'arbre jusqu'à ce que vous puissiez voir le sommet de l'arbre à travers la paille du clinomètre. **Note:** Pour de meilleurs résultats, ajustez votre distance par rapport à l'arbre de manière à ce que le clinomètre indique un angle le plus proche possible de 30 degrés et que vous soyez à une distance supérieure à celle de la hauteur de l'arbre.
2. Visez le sommet de l'arbre avec le clinomètre et notez l'angle. Ceci est la première mesure.
3. En utilisant le *Tableau des Tangentes*, notez le TAN de l'angle sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus bas que la Base de l'arbre*.
4. Visez la base de l'arbre en utilisant le clinomètre. Ceci est la seconde mesure.
5. En utilisant le *Tableau des Tangentes*, notez le TAN de l'angle sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus bas que la Base de l'arbre*.
6. En utilisant le *Tableau des Cosinus*, notez le COS de l'angle de la seconde mesure sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus bas que la Base de l'arbre*.



7. Mesurez la distance horizontale entre vos yeux et la base de l'arbre. Faites-vous aider par votre partenaire et utilisez le mètre ruban de 50 m. Notez ceci dans sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus bas que la Base de l'arbre.*

8. Calculez la ligne de base en utilisant cette formule :

$$\text{(Distance à l'arbre)} \times \text{COS (2}^{\text{nd}} \text{ mesure)}$$

9. Calculez la hauteur de l'arbre en utilisant cette formule :

$$\text{TAN (1}^{\text{ère}} \text{ mesure)} \times \text{(Ligne de base)} - \text{TAN (2}^{\text{nd}} \text{ mesure)} \times \text{(Ligne de base)}$$

10. Notez la hauteur de l'arbre sur la *Feuille de Données de la Mesure de la Hauteur des Arbres : Technique des deux triangles avec les Yeux plus haut que la Base de l'arbre.*

12. Refaites les étapes 1 à 11 deux fois encore pour chaque arbre et notez la valeur moyenne.

## **Foire Aux Questions**

### **1. Nous avons caractérisé une classe MUC 0 mais il n’y a pas d’espèces dominantes. Que faire ?**

Dans les données supplémentaires, notez qu’il y a un mélange d’espèces pour l’espèce dominante et donnez le nom de ces espèces. Si vous prenez des mesures de hauteur ou de circonférence, utilisez les mêmes critères que d’ordinaire mais notez que le Couvert Forestier est “mixte”.

### **2. Que faire face à un Couvert Forestier sur plusieurs niveaux ?**

En cas de Couvert Forestier à plusieurs niveaux, essayez d’identifier le couvert le plus élevé sans changer de position. Si de la végétation touché le collimateur du densimètre, marquez un (+).

### **3. Dans mon densimètre, je vois de la végétation presque partout, sauf à l’endroit exact du croisement du collimateur. Que dois-je faire ?**

C’est une question d’échantillonnage. Ce Protocole a choisi le centre du collimateur comme test. Par conséquent, il faudra marquer un (-).

### **4. Que faire si nous ne pouvons nous rendre sur le site au moment où la végétation est la plus importante ?**

Si vous ne pouvez pas vous rendre sur le site pendant la période durant laquelle la végétation est la plus importante, faites des mesures quand la végétation est à son niveau le plus bas et faites de votre mieux pour obtenir des mesures lorsque la végétation sera à son niveau maximum.

### **5. Mes élèves ne sont pas assez grands pour comprendre les concepts mathématiques utilisés pour les mesures ? Que dois-je faire ?**

Utilisez la *Technique du Clinomètre simplifiée*.

### **6. Comment dois-je procéder pour mesurer la hauteur d’un arbre qui se trouve sur une pente ?**

Il existe différents guides qui illustrent plusieurs méthodes pour déterminer la hauteur d’un arbre sur une pente. Celle que vous devez choisir dépend de la situation.

### **7. Que dois-je faire si l’arbre est penché ?**

Même si l’arbre est penché, mesurez depuis le sommet de l’arbre comme d’ordinaire. Mesurez la ligne de base jusqu’à un point qui se trouve au sol en dessous du point le plus élevé de l’arbre. Normalement, ce n’est pas le point où le tronc de l’arbre touche le sol.

### **8. Que faire quand le Couvert Forestier est si dense qu’il empêche de voir le haut de chaque arbre ?**

Un couvert épais et dense apparaît souvent là où se trouvent plusieurs arbres à la même hauteur. Vous devriez changer d’endroit afin de trouver une bonne ligne de visée pour voir le haut des arbres.

### **9. Quelle est la précision de la mesure de la hauteur des arbres ?**

Comme dans toutes les méthodes de mesure, la précision s’accroît avec la pratique et soin apporté aux mesures. Trois groupes prenant des mesures devraient obtenir des résultats différents entre eux de moins d’un mètre.

### **10. Que faire si l’unique espèce co-dominante est constituée d’un seul individu ?**

Si l’espèce co-dominante est mélangée à votre site, prenez les mesures de hauteur et de circonférence pour 5 arbres ou arbustes de différentes espèces. Notez le nom de ces espèces dans les données supplémentaires.

### **11. Que faire s’il y a moins de 5 individus de l’espèce dominante sur le site ? Dois-je quand même procéder aux mesures des hauteurs et circonférences ?**

S’il y a moins de 5 individus de l’espèce dominante, mesurez tous les arbres ou arbustes sur le site et faites état de ce manque d’individu dans les données supplémentaires.

### **12. Mon école ne dispose pas d’un four à sécher ? Existe-t-il une autre manière pour assécher l’herbe ?**

D’abord vérifier s’il n’existe pas un four à sécher dans une autre école de la communauté, université ou agence gouvernementale ou d’autres organisations. Dans les climats chauds et secs, les échantillons de biomasse des graminées peuvent être séchés dans des sacs de toile à l’extérieur. N’utilisez en aucun cas un four traditionnel. L’usage prolongé d’un tel matériel est dangereux.

### **13. En ce qui concerne la mesure de la biomasse, que faire si je trouve des mousses ou lichens ?**

Les mousses et les lichens sont considérés comme “autre végétaux verts” et ont leur propre désignation dans la *Feuille de Données sur le Couvert Forestier et la couverture du sol*. N’incluez ni les mousses ni les lichens dans vos échantillons séchés. Notez dans les données supplémentaires que ces espèces font partie en grande quantité de la couverture du sol si c’est le cas.

# Protocole de cartographie manuelle de la couverture du sol



<p><b>Objectif général</b></p> <p>Concevoir la carte de la couverture du sol d'une zone de 15 x 15 km à partir des données du satellite Landsat obtenu sur le site de GLOBE</p> <p><b>Objectif spécifique</b></p> <p>Les étudiants placent des transparents sur les images de Landsat et utilisent des marqueurs pour repérer et classer des zones avec des couvertures du sol différentes en utilisant le système MUC. Les étudiants utilisent leur expérience locale du site d'étude GLOBE et du site de mesures d'essais pour créer et valider la précision de leur carte.</p> <p><b>Compétences</b></p> <p>L'étudiant apprend à interpréter une image du Landsat TM et apprend à identifier les différents types de couverture du sol de son site d'étude.</p> <p>Il acquiert une connaissance spatiale ou une connaissance des paysages de sa région.</p> <p><b>Concepts scientifiques</b></p> <p><i>Géographie</i></p> <p>Les caractéristiques et la distribution spatiale des écosystèmes</p> <p>Montrer comment les Hommes modifient leur environnement.</p> <p><b>Compétences scientifiques.</b></p> <p>Classer divers types de couverture des sols, créer une carte de la couverture du sol.</p> <p>Évaluer la précision d'une carte</p> <p>Identifier des questions auxquelles on peut répondre</p> <p>Concevoir et mettre en œuvre un protocole expérimental</p> <p>Utiliser des outils mathématiques appropriés pour analyser des données</p> <p>Décrire et prédire en utilisant des preuves</p> <p>Reconnaître et analyser des explications parallèles</p>	<p><b>Niveau</b></p> <p>Tous</p> <p><b>Durée</b></p> <p>Plusieurs cours</p> <p><b>Fréquence</b></p> <p>Une seule fois mais l'expérience peut être reconduite alors qu'on explore plus en profondeur les différentes régions de votre site d'étude GLOBE</p> <p><b>Matériel et instruments</b></p> <p>Copies couleur des images du satellite Landsat de 15x15km obtenus sur le site de GLOBE.</p> <p>Copie des images infrarouges du satellite Landsat de 15x15km obtenus sur le site de GLOBE.</p> <p>Carte topographique de votre région (si disponible)</p> <p>Photos aériennes de votre région (si disponibles)</p> <p><i>Guide MUC</i> ou <i>Guide des tableaux MUC</i> et <i>Glossaire des termes MUC</i></p> <p>Photocopieur couleur</p> <p>Transparents</p> <p>Scotch</p> <p>Marqueurs pour transparents à pointe fine</p> <p><i>Cartographie manuelle : tutorial pour Beverly, image MA</i></p> <p><i>Reconnaître ses erreurs. Guide matriciel.</i></p> <p><b>Préparation</b></p> <p>Faites des copies couleur des images satellites si possible.</p> <p>Faites des transparents de la carte topographique et des autres cartes GLOBE (si c'est possible elles doivent être à la même échelle)</p> <p>Revoir le système MUC</p> <p><i>Tutorial du devoir sur la précision</i></p>
--	---

## **Prérequis**

*Apprendre à connaître l'imagerie satellite et le site GLOBE*

*Activité d'apprentissage :L' Odyssée des yeux*

*Lire Cartographie manuelle : un tutoriel pour Beverly, image MA*

*Se familiariser avec le système MUC*

*Activité d'apprentissage sur l'évaluation de l'exactitude : les becs d'oiseaux*

# Protocole de cartographie manuelle de la couverture des sols – Introduction

Observez les images en couleurs du satellite Landsat que votre professeur a récupéré sur le site GLOBE. Quelles couleurs différentes pouvez-vous voir ? Que pensez vous que ces couleurs veulent dire ? Comparez la carte infrarouge et la carte en vraies couleurs. Est ce que les zones qui ne sont que d'une seule couleur dans la carte vraies couleurs sont de la même taille et de la même forme que les zones en infrarouge. Quel type de couverture du sol les zones en blanc ou en gris représentent elles ? Comment représente-t-on le type de couverture du sol dans la carte en infrarouge ? Répétez cette réflexion pour les autres couleurs. Essayez de trouver votre école dans ces images ... elle devrait ressembler à un ensemble de petits carrés blanc et gris au centre de l'image. Y a-t-il des routes importantes sur ces images ? Essayez de faire un tableau (comme celui présenté ci-dessous) qui recense chaque couleur et le type de couverture au sol associé.

Image vraies couleurs	Image fausses couleurs	Type de couverture du sol
Ex : Blanc	Ex: Blanc	Ex : Mon école / Un bâtiment

Travaillez seul ou avec un binôme. Dressez une liste de questions auxquelles vous voudriez répondre sur les images satellite. A partir de cette liste, ou bien à partir d'une liste que vous aurez établie avec la classe choisissez une question à laquelle vous essaieriez de répondre lorsque vous créerez une carte à partir de cette image satellite. La question peut avoir un ou plusieurs sous-points.

Dans la procédure GLOBE vous avez l'approche d'un scientifique. Les scientifiques se posent des questions sur une image dont ils disposent puis ils utilisent une version informatique de la cartographie pour y répondre. Ce procédé est appelé *l'interprétation d'image*. *L'interprétation d'image* consiste à traduire ce que l'on voit sur une image. La version informatique de cartographie dans GLOBE est un *protocole d'aide informatique à la cartographie de la couverture*

*des sols*. Les scientifiques utilisent aussi des infos qu'ils ont collectées sur le terrain pour repérer des zones de l'image satellite.

Dans GLOBE, cette collecte de données s'opère à l'aide du *Protocole de recueil de donnée sur site échantillon*. Une fois que vous aurez recueillis plusieurs données échantillons vous pourrez mettre en place un test de précision des données sur votre carte pour voir comment vous avez classé les types de couverture du sol de votre image GLOBE.

Les cartes de couverture des sols réalisées par les étudiants peuvent aider les scientifiques dans leur effort de cartographie des terrains. Certaines cartes d'étudiants issus de GLOBE peuvent être utilisées pour tester de nouveaux produits dérivants des satellites. (par exemple les satellites EOS de la NASA)

# Support pour l'enseignant

## Les mesures

La cartographie des types de couverture du sol est un procédé subjectif où vous et vos étudiants devrez mettre en œuvre la connaissance relative à l'interprétation d'une image apprise par l'étude du projet GLOBE. Bien que cette perspective puisse d'abord vous effrayer, vous verrez qu'une fois que vous commencerez à regarder l'image et à identifier différentes zones vous comprendrez que la tâche n'est pas si ardue. Vous vous surprendrez à identifier des zones de plus en plus petites au fur et à mesure de l'exercice. Tout comme les chercheurs collectent leurs données sur le terrain pour repérer leurs zones, vous et vos étudiants devriez prévoir une visite d'un site qui ne peut pas être identifié en utilisant vos connaissances, les cartes topographiques ou les vues aériennes. Nous vous conseillons d'utiliser le *protocole de reconnaissance de terrains échantillons* et de faire un rapport de vos trouvailles sur le site de GLOBE. Quand vous aurez terminé votre carte faites-en part à GLOBE.

La prochaine étape est de vérifier que les étudiants ont bien classé leurs images en faisant un test de précision (sur feuille ou sur le site de GLOBE). Vous pouvez utiliser des *données supplémentaires sur le type de couverture des sols* et le *Tutoriel du test de précision*. À partir de ce point vous pouvez ou bien travailler à l'amélioration de la précision sur votre carte ou faire une analyse des changements depuis que la carte GLOBE a été éditée en comparant de vieilles images aux nouvelles. Cette comparaison peut être réalisée en utilisant le *protocole de détection des changements*.

**Suivi professeur :** Une fois que toutes les zones de l'image ont été identifiées, transférez les identifiants MUC sur une page récapitulative. Suivez les conseils de la section *Comment envoyer des photos et des cartes* du *Guide d'implémentation* de GLOBE pour envoyer vos cartes.

## Mesures de référence

Il sera peut-être nécessaire de mettre en œuvre le *protocole de recueil de données échantillon* sur certains sites où les identifiants MUC sont insuffisants. Les mesures du *protocole de biométrie* peuvent s'avérer nécessaires sur certains sites.

## Préparation des étudiants

Les étudiants doivent prendre du temps pour discuter de ce qu'ils voient sur les images du

satellite Landsat. Ils doivent mettre en relation leurs observations aux cartes, aux vues aériennes et à leurs connaissances de la région. Les étudiants doivent être familiarisés avec le système MUC. Ils doivent discuter sur les types de couverture du sol les plus communs dans leur région.

## Conseils utiles

1. Identifier et discuter sur les différents types de couverture des sols trouvés dans la région. Revoir les cartes topographiques et parler de la cartographie et des systèmes de classification avant de commencer.
2. Vous et vos étudiants n'êtes pas obligés de classer tout le site d'étude GLOBE en une seule fois. Faites ce travail au fur et à mesure que vous vous familiarisez avec l'activité. Cette tâche peut aussi être conduite par d'autres classes dans les années à venir.
3. Cette méthode est moins précise que d'autres parce qu'elle est plus subjective. Les étudiants doivent être précautionneux et précis quand ils définissent les contours des zones et qu'ils attribuent les identifiants MUC.
4. Faites commencer les étudiants par les zones les plus identifiables – souvent les masses d'eau ou les zones urbaines – faites les ensuite avancer vers des zones plus difficiles comme des zones à végétation différente.
5. Parfois l'ombre des nuages ressemble à des lacs ou des étangs (vous référez à l'exemple de l'image MA de Beverly, identification des nuages).
6. Vous aurez besoin de vérifier sur le terrain les endroits que vous ne pouvez pas identifier sur la carte. Utilisez le *protocole de reconnaissance des sites échantillons*.
7. Vous pourrez grossir certaines parties de l'image en utilisant un photocopieur ou en le faisant faire par un service de reprographie. Faites travailler les étudiants sur de petites portions de l'image. Rassemblez ensuite les différents éléments pour une analyse finale. Une fois que chaque groupe a cartographié sa section rassemblez les sections et comparez les résultats (tout spécialement le long des bords) pour identifier les zones à problème. Si des groupes d'étudiants utilisent des appellations différentes pour une zone précise il vous revient de trouver un compromis.
8. Les images du satellite Landsat que vous utilisez sont vieilles de quelques années. La couverture des sols peut avoir changé depuis l'acquisition de l'image. Ce que vous identifierez sur l'image Landsat pourra différer de ce que vous aurez observé en

travaillant sur le terrain. Dans ce cas les étudiants doivent travailler pour trouver ce qui était sur le site au moment où l'image a été prise.

9. Si les étudiants ne peuvent pas identifier une zone, essayer de trouver une solution en classe pour décider à quel type la zone appartient.

En plus de la couleur sur une image Landsat, de nombreux autres indices peuvent vous aider à trouver le type de couverture du sol sur l'image. Ces indices sont la forme, la taille, le lieu, l'association et la texture. Le type d'indice que vous utiliserez dépendra des données de l'image. Ci-dessous quelques exemples qui illustrent les possibilités d'utilisation d'un indice.

**La forme :** Les zones d'agriculture ont souvent des bords abrupts, des contours linéaires à forme géométrique. Les rivières sont des éléments linéaires qui peuvent présenter quelques courbes et des lacets. Les routes ont souvent moins de courbe que les rivières.

**La taille :** Les grandes autoroutes et les rivières se distinguent des routes plus petites et autres éléments assimilés.

**Emplacement topographique et géographique :** Si vous êtes dans une région montagneuse avec des vallées, les zones forestières seront fréquemment sur les reliefs à pente forte alors que les prairies et les zones d'agriculture seront plus dans les vallées. Puisque les acquisitions d'images Landsat se font le matin, les versants opposés au soleil peuvent être dans l'ombre.

**Les associations :** Une zone plantée dans un environnement urbain sera certainement un parc ou un cimetière. Les marais seront souvent localisés à proximité d'une rivière, d'un lac ou d'un estuaire. Les zones commerciales seront souvent à proximité de grands axes, de voies ferrées ou marines.

**La texture :** Sur une image en fausses couleurs, les zones commerciales seront souvent bleu pâle ou blanche. Les zones résidentielles par contre seront souvent tachetées en bleu pâle / blanc et du rouge. Les zones en bleu pâle / blanc indiquent la présence d'un bâtiment ou d'un revêtement. Le rouge indique de l'herbe ou des arbres qui peuvent border une rue et entourer les logements individuels.

### **Questions pour aller plus loin**

Quel est le type de couverture du sol le plus présent dans votre région ?

Combien de types de couverture du sol y a-t-il sur votre site d'étude GLOBE ?

Quels types de couverture du sol se ressemblent ? Pourquoi ?

Comment est-ce que les types de couverture des sols de votre région influent sur la température de l'air proche du sol ? Où trouveriez-vous les températures les plus fraîches par un jour bien ensoleillé sur votre site d'étude GLOBE ?

Peut-on prévoir une érosion importante due aux précipitations selon le type de couverture des sols dominants dans votre région ? Pourquoi ?

Si vous n'aviez jamais visité votre région mais que vous possédiez une image Landsat de cette région, quels aspects de votre environnement pourriez-vous facilement prévoir et quels aspects ne pourriez-vous pas voir ?

Que pourriez-vous faire pour améliorer la précision de vos prédictions ?

Votre carte est-elle assez précise pour trouver un endroit pour faire un pic-nic dans les bois ?

Quelle est la précision de votre carte si vous vouliez comptabiliser le nombre de fois que vous avez correctement identifié un parc ou un terrain de jeux ?

Comment est-ce que les étudiants de l'année prochaine pourraient utiliser vos données pour créer une meilleure carte d'étude ?

Si vous habitez dans une zone côtière ou sur un estuaire, comment est-ce que la hauteur des marées peut affecter le type de couverture du sol ?

Comment est-ce que le moment d'acquisition de l'image Landsat peut affecter votre perception de la couverture des sols ?

Quels autres paramètres au moment d'acquisition de l'image peuvent influencer sur votre perception de la couverture des sols ?

# Protocole de cartographie manuelle de la couverture des sols

## Guide de terrain

### **But**

Créer une carte du type de couverture des sols en identifiant les différentes zones sur vos cartes en couleur vraie et en couleur fausse infrarouge du satellite Landsat.

<b>Ce dont vous avez besoin</b>	
<i>Cartographie manuelle, tutoriel sur la zone de Beverly, image MA.</i>	Transparents Scotch
Carte couleur vraie et infrarouge du satellite Landsat de zones 15*15 km du site d'étude GLOBE.	Carte topographique de la région ou copie sur transparent de ces cartes Marqueurs à pointe fine pour transparents <i>Guide du terrain MUC</i> , ou <i>Table système MUC</i> ou <i>Glossaire des termes MUC</i>

### **Ce qu'il faut faire faire ?**

1. Scotchez un transparent vierge sur la carte infrarouge du satellite Landsat
2. Marquez les coins de l'image satellite et indiquez le haut de l'image sur votre transparent. S'il bouge, vous pourrez le repositionner en utilisant les marques des coins. Cela vous permettra aussi de déplacer le transparent sur l'image couleur vraie.
3. Marquer les frontières des zones en fonction du type de couverture du sol. Si vous avez assez de couleurs utilisez une couleur différente pour chaque zone.
4. Assignez à chaque zone une classe MUC a partir du *Guide du terrain MUC* ou des *Tables système MUC* ou bien du *Glossaire des termes MUC* en utilisant vos connaissances du terrain.
5. Si vous n'arrivez pas à classer une zone, discutez des différents choix possibles avec vos camarades de classe ou demandez à une personne de votre classe qui habite dans cette zone.
6. S'il reste des zones à identifier visitez la zone à l'aide du *Protocole de couverture des sols d'une zone type*.
7. Indiquer chaque zone sur la carte. Placer le transparent sur une feuille de papier blanc peut vous aider à repérer les zones qui n'ont pas encore été labélisé.
8. Demander à votre professeur les indications pour soumettre votre carte à GLOBE.

### **Quelques astuces pour vous aider avec les cartes infrarouges :**

- Le rouge représente les zones de végétation en expansion (les zones roses sont souvent des prairies. Le rouge vif représente les forêts de feuillu et les champs, le rouge foncé représente les conifères)
- Le noir représente l'eau ou l'ombre d'un nuage
- Le bleu pâle représente les zones urbaines, les pierres exposées, le sable, les sols à nu.

## Questions fréquentes

- **Que faire si je n'arrive pas à identifier une zone de végétation à une des quatre classes MUC ?**

Si vous n'arrivez pas à identifier la classe MUC d'une zone, vous aurez besoin de visiter cette zone en utilisant le *Protocole de couverture des sols pour un site type* et de toutes les données biométriques nécessaires pour compléter l'analyse MUC.

- **Que faire si deux groupes ne sont pas d'accord sur l'attribution d'une classe MUC à une zone donnée?**

Si les groupes ne se mettent pas d'accord vous aurez besoin de visiter cette zone en utilisant le *Protocole de couverture des sols pour un site type* et de toutes les données biométriques nécessaires pour régler le différent à moins que vous ne connaissiez quelqu'un qui habite près de cette zone et qui puissent confirmer votre analyse.

- **Que doit-on faire s'il n'y a personne qui puisse attribuer une classe MUC à une zone de la carte?**

Encore une fois, le plus sûr moyen de valider une hypothèse est de visiter le site et de collecter les données sur le terrain.

- **Nous avons une masse d'eau qui n'est pas noire mais verte, voire même marron. Qu'est ce que cela signifie ?**

Dans les images en couleur vraie et les images infrarouges, l'eau est normalement en noir. Une des exceptions est l'eau très claire que l'on observe dans la zone des caraïbes. Si l'eau apparaît en marron, en vert ou en gris, cela veut souvent dire qu'il y a une substance à la surface de l'eau. Cela peut être des algues ou des sédiments transportés par l'eau.

# Protocole de cartographie manuelle – Analyse des données

## **Les données sont elles cohérentes ?**

Après avoir créé votre carte de couverture des sols à partir des images satellite, vous devez vous poser la question de savoir si cette carte correspond bien à la réalité. Par exemple, si vous vivez dans une zone de latitude moyenne, climat tempéré est ce que l'on trouve sur votre carte des types de couverture des sols que l'on observe que sous des latitudes tropicales ? Est-ce logique d'observer des couvertures du sol habituellement observées dans des zones désertiques? Avez-vous des zones de couverture alpine alors que vous êtes sur une zone côtière de plaine ? Posez-vous ces questions. Vérifiez les classes MUC et les définitions pour vérifier la validité de votre carte pour votre site d'étude GLOBE.

Ensuite, regardez ou sont situés ces différentes couverture du sol sur votre carte. En utilisant vos connaissances du terrain et d'autres données comme une carte topographique ou des photos aériennes (si vous en avez à votre disposition), est ce que l'emplacement des différentes zones fait sens ? Le cas échéant, quelles zones sont anormales ?

Après avoir regardé votre carte et validé sa véracité, vous êtes prêt à effectuer un test quantitatif de précision. *Le tutorial sur l'évaluation de la précision* (que l'on trouve dans les annexes) donne un bon exemple montrant la manière dont vous devez agencer vos données et effectuer un test de précision.

## **Qu'est ce que les scientifiques cherchent dans ces données ?**

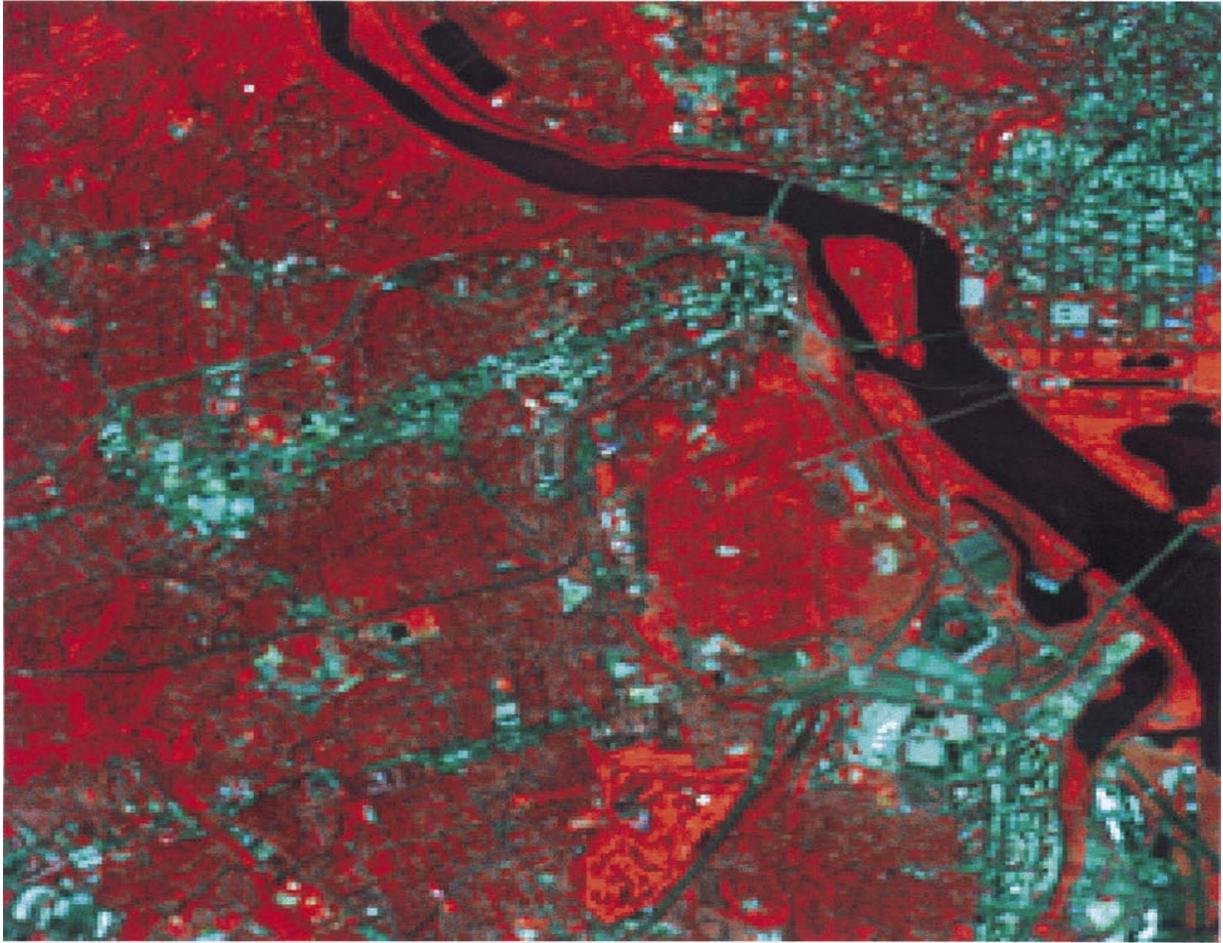
Les scientifiques n'ont pas un pourcentage minimum de précision à atteindre bien défini quand ils font de l'imagerie satellite. Le niveau de précision dépend en fait de l'utilisation que l'on veut faire de la carte. Il est très intéressant d'étudier les matrices d'erreur et d'observer les types de couverture des sols qui sont souvent confondus. Toutes les erreurs ne sont jamais identiques. Dans la plupart des cas, il serait bien pire de labéliser une zone comme étendue d'eau alors que c'est une forêt de conifères que de labéliser une exploitation de conifères alors que c'est une forêt de conifères. Les scientifiques essaient toujours d'améliorer leurs cartes en utilisant les informations obtenues à partir de la matrice d'erreur. Ces tentatives peuvent aussi supposer une collecte d'information plus

approfondie pour compléter les cartes de couverture du sol. En étudiant la réponse spectrale de différents types de couverture du sol et /ou en appliquant des techniques de classification différentes les cartes s'améliorent constamment. La cartographie du sol et souvent un procédé itératif et les tests de précision peuvent être nombreux avant qu'une version finale ne soit obtenue. Une fois que les scientifiques ont une carte qui leur convient, il l'utilise pour répondre aux questions qu'ils s'étaient posée au début. Ils peuvent comparer la taille des zones naturelles et urbanisée, le pourcentage de couverture du sol qui est utile à la communauté comme l'agriculture, les marais, les transports, les zones récréatives, etc. ou bien l'emplacement spécifique de l'habitat qu'ils étudient.

## **Exemple d'une enquête d'étudiants**

Un groupe de 12 étudiants qui vit à Washington DC aux Etats-Unis se sont décidés à faire une carte du sol dans leur région. Ils ont regardé les images Landsat sur le site de GLOBE et ils se sont dit que leur carte serait finie plus rapidement s'ils divisaient la tache en quatre parties. Les 12 étudiants ont formé quatre groupes de 3 étudiants chacun. Chaque groupe était responsable de l'étiquetage d'une zone. Après avoir complété leur travail les quartes zones seraient regroupées pour construire la carte de toute la région.

Leur professeur à utilisé MultiSpec (un logiciel d'imagerie fourni par GLOBE) pour diviser l'image en quatre parties et pour imprimer chaque zone en couleur sur des feuilles séparées. Elle a décidé d'agrandir ces images parce qu'elle connaissait bien le logiciel et qu'elle avait accès à une imprimante couleur. Autrement elle aurait pu faire des photocopies couleur.



*Figure LAND-MA-1: Site d'étude GLOBE, Washington, DC*



Le groupe A était en charge du quadrant Sud-ouest. Après avoir relu *Cartographie manuelle, un tutoriel pour la région de Beverly, image MA*, les étudiants du groupe A ont examiné leur section d'image. Deux des étudiants ont pu identifier l'endroit où ils habitaient. Les autres étudiants ont utilisé une carte topographique et une carte touristique pour les aider à identifier les différentes classes MUC à différentes zones. En utilisant des marqueurs de couleur, ils ont surligné les frontières des zones. Ils avaient des marqueurs de quatre couleurs différentes donc ils ont assigné une couleur à chaque grand type MUC. Par exemple le rouge correspond aux zones urbaines MUC91 et MUC 92, le noir a été utilisé pour les transports (MUC93), le bleu pour l'eau (MUC7). Par contre ils n'avaient pas assez de couleurs pour toutes les classes MUC donc ils ont utilisé le vert pour la végétation.

En faisant cette carte, un étudiant a fait remarquer que les zones résidentielles avaient des formes géométriques type patchwork, ce qui veut dire que ces zones n'étaient pas toute de la même couleur. Les pixels bleu et vert étaient entrelacés sur l'image en couleur fautive. Ils se sont demandés s'il fallait faire ressortir chaque groupe de pixel de manière séparée ou s'il fallait entourer toute cette zone au sein d'une même frontière. Il a remarqué que cette texture était assez homogène et que les groupes de pixels rouge et bleu étaient des carrés de 3\*3 pixels. Il habitait dans une de ces zones résidentielle et s'est dit que le bleu représentait probablement des routes, des allées privées et des maisons et que le rouge représentait la végétation dans les jardins et le long des routes. Parce que le groupe de pixel était petit et que les

zones résidentielles ont une texture de végétation et d'édifices, ils ont suggéré de regrouper toute cette zone au sein d'un seul type de couverture des sols, la classe MUC91 (résidentiel). Un autre étudiant a fait remarquer que l'image contenait plusieurs routes de taille différente. Après avoir discuté, le groupe a décidé de ne repérer que les routes larges qui pouvaient être clairement vues et séparées d'un autre type de couverture du sol comme le MUC91 et MUC92 (zone industrielle ou commerciale). Ils ont repéré les routes en respectant cette règle (MUC93, transports). Ils étaient très fiers de leur résultat et attendaient avec impatience de pouvoir vérifier la précision de leur carte. Après avoir lu le *Tutoriel du test de précision*, ils ont sélectionné 10 sites à visiter pour effectuer le *Tutoriel de couverture des sols sur une zone type*. Ils ont choisi un samedi pour faire un recueil de données. Un des parents a accepté de les conduire. Ils ont emprunté un GPS, un appareil photo, une boussole et des *feuilles de données* ainsi qu'un *guide du terrain*. Ils sont allés sur les sites et ont relevé les informations. Un des étudiants a entré ces données sur le site GLOBE.

En suivant les instructions du *tutoriel de test de précision*, ils ont créé une table qui comparait les données de leur carte et celles recueillies sur le terrain. Voir Figure LAND-MA-3

Après avoir créé cette table, ils ont fait une matrice d'erreur (Figure LAND-MA-4). Ils ont calculé une précision globale de 80%. Ils se sont sentis fiers de leur travail et étaient curieux de découvrir le travail de leurs camarades et quelle serait la précision de la carte de la région après que toutes les informations aient été mises en commun.

**Feuille de travail complétée du test de précision**

Nom du site	Carte de l'étudiant des Données sur la classification du site d'étude GLOBE	Données recueillies sur le site d'échantillonnage du sol	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1. Rivière du Potomac, près du pont de la 14e Avenue	71	71	<input type="checkbox"/>	
2. Herbe près de l'aéroport	821	824		<input type="checkbox"/>
3. Voisinage de Gary	91	91	<input type="checkbox"/>	
4. Magasins près du palais de justice	92	92	<input type="checkbox"/>	
5. Voisinage de Phil	91	91	<input type="checkbox"/>	
6. Parc du Potomac	0222	0231		<input type="checkbox"/>
7. Parc près de l'hôpital	821	821	<input type="checkbox"/>	
8. Cimetière d'Arlington	823	823	<input type="checkbox"/>	
9. Ile de Roosevelt	0231	0231	<input type="checkbox"/>	
10. Zone de Georgetown	92	92	<input type="checkbox"/>	

*Liste des classes MUC*

0222 – Forêt fermée, principalement feuillus, Feuillus de zones froide et feuillages persistants; feuillage persistant avec arbre à épines.

0231 – Forêt fermée, principalement feuillus, Feuillus de zones froide sans feuillage persistant, prairie de zone tempérée et feuillus de plaine.

71 – Eau douce

821 – Zone cultivée, pas d'agriculture, parcs et terrains d'athlétisme

823 – Zone cultivée, pas d'agriculture, cimetière

824 – Zone cultivée, pas d'agriculture, autre sans agriculture

91 – Urbain, résidentiel

92 – Urbain, Commerce et Industrie

93 – Urbain, Transports

Figure LAND-MA-4: Enquête des étudiants, matrice d'erreur

**Matrice d'erreur**

	MUC 71	MUC 821	MUC 91	MUC 92	MUC 0222	MUC 823	MUC 824	MUC 0231	<b>Total ligne</b>
MUC 71									<b>1</b>
MUC 821									<b>2</b>
MUC 91									<b>2</b>
MUC 92									<b>2</b>
MUC 0222									<b>1</b>
MUC 823									<b>1</b>
MUC 824									<b>0</b>
MUC 0231									<b>1</b>
<b>Total Colonne</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>10</b>

**Précision totale:**  $8 / 10 \times 100 = 80\%$

# Protocole de cartographie de la couverture du sol assistée par ordinateur



## **Objectif général**

Les étudiants doivent créer une carte représentant les différents types de couverture du sol d'un site d'étude GLOBE de 15km par 15km à partir des données numériques de leur image satellite Landsat, par l'intermédiaire du logiciel MultiSpec.

## **Objectif spécifique**

Les étudiants utiliseront le logiciel MultiSpec pour regrouper les pixels ayant des profils spectraux similaires dans l'ensemble de données Landsat TM. Les étudiants classeront les types de couverture du sol de chaque groupe spectral en utilisant le système MUC. Les étudiants se serviront de leur expertise locale de leur site d'étude GLOBE et de leurs mesures sur leur échantillon de terrain pour évaluer l'exactitude de leurs cartes.

## **Compétences**

Les étudiants acquerront de l'expérience dans l'utilisation d'images issues de la télédétection. Les étudiants comprendront le besoin complémentaire de collecte de données in situ. Les étudiants créeront une carte et acquerront une vue globale et spatiale de la zone qui les entoure.

### **Concepts scientifiques**

#### *Géographie*

Caractéristiques et distribution spatiale des écosystèmes.

Montrer en quoi les hommes modifient leur environnement.

### **Compétences scientifiques**

Classification des différents types de couverture du sol et réalisation d'une carte les représentant.

Évaluation de la précision de la carte de couverture du sol par analyse de cette précision. Identification des questions dont on peut trouver les réponses.

Création et conduite de recherches scientifiques

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse des données.

Développement de descriptions et prévisions en s'appuyant sur des preuves

Reconnaissance et analyse des autres explications.

Partage des procédures, descriptions et prévisions.

## **Niveau**

Intermédiaire à avancé.

## **Durée**

Plusieurs cours

## **Fréquence**

Une occurrence. Cependant, cela peut aussi devenir un processus itératif si vous étudiez progressivement de plus en plus de zones à l'intérieur de votre site d'étude GLOBE.

## **Matériel et instruments**

Ordinateur

Logiciel MultiSpec (fourni par GLOBE, ou à télécharger sur Internet)

Image Landsat TM de 512x512 pixels du site d'étude GLOBE de 15x15km (disque fourni par GLOBE)

*Guide de terrain MUC* ou *Table du système MUC* et le *Lexique des termes MUC*

Cartes topographiques de votre région (selon disponibilités)

Photographies aériennes de votre région (selon disponibilités)

*Introduction au programme MultiSpec* et le *Didacticiel de Cartographie Assistée par Ordinateur* (à partir du CD MultiSpec)

Format papier des images Landsat TM du site d'étude GLOBE

*Matrice du guide de terrain : savoir détecter vos écarts/erreurs*

### **Préparation**

Installez le logiciel MultiSpec sur les ordinateurs que les étudiants utiliseront

Installez l'image sur les ordinateurs que les étudiants utiliseront

Familiarisez-vous avec MultiSpec et le *Tutoriel de Cartographie Assistée par Ordinateur* (à partir du CD MultiSpec)

Révissez le système MUC

*Didacticiel de l'Analyse de Précision*

### **Pré requis**

*Activité d'apprentissage « l'Odyssée des Yeux »*

Révissez et exercez-vous avec l'*Introduction au Programme MultiSpec* et le *Didacticiel de Cartographie Assistée par Ordinateur* (à partir du CD MultiSpec)

Savoir utiliser la *Table du système MUC* et le *Lexique des Termes MUC* et/ou le *Guide de terrain MUC*

*Activité d'apprentissage : l'Analyse de précision « Bec d'Oiseau »*

# Protocole de cartographie de couverture du sol assistée par ordinateur

## Introduction

Observez l'image satellite en vraies couleurs de votre site d'étude GLOBE que votre professeur vous propose. Quelles sont les différentes couleurs que vous voyez ? Que pensez-vous que ces couleurs signifient ? Comparez l'image infrarouge en fausses couleurs à celle en vraies couleurs. Est-ce que les zones qui apparaissent en une seule et même couleur sur l'image en vraies couleurs ont les mêmes tailles et formes que sur l'image en fausses couleurs ? Quelle sorte de couverture du sol pensez-vous que les zones bleues et noires représentent ? Quelle sorte de couverture du sol pensez-vous que les zones grises et blanches représentent ? Que représente le vert sur l'image en vraies couleurs ? Prenez une zone verte sur l'image en vraies couleurs ; de quelle couleur est cette zone sur l'image en fausses couleurs ? Que représentent les différents tons de gris sur l'image en vraies couleurs ? Comment est représenté ce type de couverture du sol sur l'image en fausses couleurs ? Recommencez cela avec les autres couleurs. Essayez de trouver votre école sur l'image... Cela devrait ressembler à un ensemble de carrés gris et blancs au centre de l'image. Y'a-t-il des routes principales sur l'image ? A quoi ressemblent-elles ? Essayez de faire un tableau (comme celui ci-dessous) qui fait correspondre à chaque couleur son type de couverture du sol.

Travaillez seul ou à deux. Etablissez une liste de questions dont vous aimeriez bien avoir la réponse à propos de l'image satellite de votre zone. A partir de cette liste, ou bien d'une liste que vous avez établie avec le reste de la classe, choisissez une question à laquelle vous essayerez de répondre lorsque vous créerez votre carte à partir de l'image satellite. Cette question peut être divisée en plusieurs parties.

La plupart des cartes sont faites à partir de données de télédétection. Les données de télédétection sont les données collectées à distance en utilisant vos sens. Le protocole GLOBE pour étudiants imite le travail des scientifiques. Les scientifiques qui élaborent des cartes à partir d'images satellites se posent des questions sur ces images et utilisent des logiciels similaires à MultiSpec pour y répondre. Ce processus utilise des méthodes statistiques standards pour identifier les regroupements sur la carte, appelés groupes. Les groupes sont des groupes de pixels de spectres similaires que l'ordinateur identifie et regroupe en s'appuyant sur leurs profils de réflectance. L'ordinateur attribue à chaque cluster une couleur aléatoire. Les étudiants doivent classer le type de couverture du sol de chaque cluster en utilisant le système MUC. Certains types peuvent être identifiés seulement à partir de la connaissance de la zone par les étudiants, alors que d'autres types doivent être identifiés à partir de cartes topographiques, photographies aériennes, etc. et des données collectées grâce au *Protocole de détermination du type de couvert végétal d'un échantillon de terrain*. Les scientifiques utilisent aussi les connaissances acquises sur le terrain ou à partir d'autres données collectées pour identifier des groupes que l'ordinateur avait créés. Une fois que vous avez collecté les données de plusieurs sites de détermination du type de couverture du sol, vous pouvez accomplir une analyse de précision de votre carte afin d'évaluer à quel point vous aviez correctement classé le type de couverture du sol de votre site d'étude GLOBE. Vous trouverez dans les *Appendices un Didacticiel de l'Analyse de Précision* qui vous guidera à travers les différentes étapes.

Les cartes de couverture du sol créées par des étudiants de GLOBE peuvent être utilisées pour aider les scientifiques dans leur travail de cartographie. Certaines cartes étudiantes GLOBE peuvent être utilisées pour aider à valider certains nouveaux produits satellitaires (i.e. issus des satellites EOS de la NASA).

Image en vraies couleurs	Image en fausses couleurs	Type de couverture du sol (selon
Exemple: Blanc	Exemple: Blanc	Exemple : Mon école - Bâtiment

# Support pour l'enseignant

## Les mesures

La cartographie des types de couverture du sol est un procédé d'identification subjectif. En utilisant votre connaissance de votre Site d'étude GLOBE, vos étudiants et vous interprétez les types de couverture du sol représentés par des pixels sur votre image satellite. Dans le *Protocole de Cartographie manuelle de la couverture du sol*, vous effectuerez ce processus de manière totalement manuelle. Sinon, un ordinateur peut aussi aider dans le processus de regroupement des pixels à l'intérieur de l'image, comme décrit dans ce protocole. L'ordinateur fournit les regroupements initiaux de pixels, mais vous devrez interpréter les types de couverture du sol que ces groupes représentent. Bien que cela puisse être décourageant au début, vous verrez qu'après avoir commencé à regarder de près une image, et identifié les regroupements que vous connaissez, cela devient plus facile. Il vous restera de moins en moins de regroupements à identifier au fil du processus. De la même manière que les scientifiques collectent les données de la couverture du sol sur le terrain afin d'identifier leurs regroupements, vos étudiants et vous devrez prévoir de visiter les sites que vous ne pouvez identifier d'après vos connaissances, les signatures spectrales, les cartes topographiques et les photos aériennes. Dans ces zones, vous devrez respecter le *Protocole d'identification du couvert végétal d'un échantillon de terrain* et rapporter vos données à GLOBE. Une fois vos étudiants très compétents avec les classes MUC, ils pourront aussi visiter des sites inconnus afin d'identifier le type de couverture du sol tout seuls. Dans ce cas, le site ne sera pas envoyé à GLOBE, mais vous pourrez l'utiliser dans la légende de la carte des types de couverture du sol que vous êtes en train de créer. Lorsque vous aurez fini la carte, soumettez-là à GLOBE.

L'étape suivante est de voir jusqu'à quel point vos étudiants ont créé une légende exacte en effectuant une analyse de précision (à la main, ou sur le site web GLOBE) par l'utilisation de données supplémentaires du Site d'identification de la couverture du sol et du *Didacticiel de l'Analyse de précision*. A partir de là, vous pourrez travailler soit sur l'amélioration de la

précision de votre carte, ou bien observer les changements qui se sont produits sur votre Site d'étude GLOBE par comparaison d'une image des années 1990 et d'une image des années 2000. Cette comparaison pourra être menée en utilisant le *Protocole de Détection des changements*.

**Exploitation pour l'enseignant :** Conservez l'image dont les regroupements sont les "mieux" classés. Utilisez le menu Fichier pour la sauvegarder sur le disque au format TIFF. Si vous disposez d'une imprimante couleur, imprimez des copies de(s) carte(s) de la couverture du sol de vos étudiants. Rapportez vos données à l'Archive des données étudiantes GLOBE en envoyant un courriel contenant le fichier TIFF, ou en envoyant une copie du fichier TIFF à GLOBE en suivant les consignes de la section *Comment soumettre les photos et les cartes* du *Guide de réalisation*.

## Mesures Utiles

Il peut être nécessaire d'appliquer le *Protocole d'identification de la couverture du sol d'un échantillon de terrain* sur les sites pour lesquels les classes MUC sont inconnues. Les mesures du *Protocole de biométrie* peuvent s'avérer nécessaire sur ces sites.

## Préparation des étudiants

Les étudiants devront prendre le temps de discuter de ce qu'ils voient sur les images Landsat. Ils devront rapprocher leurs observations des cartes, photos aériennes, et de leur propre connaissance de la zone.

## Conseils utiles

- Parlez de et identifiez les exemples locaux de types de couverture du sol, revoyez les cartes topographiques, et parlez des classifications avant de commencer ce protocole.
- La valeur par défaut de MultiSpec de 10 regroupements est recommandée pour commencer. S'il apparaît que cela ne représente pas les types de couverture du sol de votre image de manière adéquate, vous pouvez alors augmenter le nombre de regroupements.
- Rappelez-vous que ce processus est itératif. Vous n'avez pas à identifier tout d'un coup. Pas plus que tout ne devra être forcément correct.

Vous améliorerez votre carte au fur et à mesure que vous vous familiariserez avec votre zone, et que vous effectuerez les mesures nécessaires.

- Au début, faites identifier à vos étudiants les caractéristiques les plus apparentes (il s'agit d'habitude des plans d'eau et des zones urbaines) puis progressez vers des zones plus difficiles, comme différents types de couverture du sol naturels.
- Parfois l'ombre des nuages ressemble à des lacs ou des étangs. (Observez l'image Beverly, MA pour vous entraîner à reconnaître les nuages).
- Utilisez à la fois les images en vraies et fausses couleurs car certains types de couvert seront plus faciles à identifier en fausses couleurs, et d'autres en vraies couleurs.
- Assurez-vous que vos étudiants reportent bien le nom de leur image dans leur *Guide de terrain* avant de commencer.
- Si vos étudiants achèvent le *Protocole de cartographie manuelle de la couverture du sol*, utilisez le même nombre de classes que celui qu'ils ont trouvé dans leur Carte Etudiante, ou dans les 10 groupes, peut importe lequel est le plus grand.
- Il est possible que les anciennes forêts apparaissent comme les plantations d'un point de vue spectral.
- L'image obtenue par télédétection que vous utilisez peut être vieille de plusieurs années. Il est possible que la couverture du sol ait changé depuis l'acquisition de l'image. Ce que vous identifiez sur l'image Landsat TM peut être différent de ce que vous voyez après vérification sur place. Dans ce cas, les étudiants devront s'appliquer à déterminer ce qui recouvrait le sol lorsque le satellite a pris l'image.
- Vous devrez vérifier sur le terrain les zones dont vous ne pouvez identifier le type de couverture du sol. Utilisez alors le *Protocole d'identification du couvert végétal d'un échantillon de terrain*.

En plus de la couleur des pixels sur l'image Landsat, il y a d'autres indices qui peuvent vous aider à identifier les types de couverture du sol sur votre image. Il s'agit des formes, tailles, associations et textures. Les indices que vous allez utiliser dépendent des caractéristiques de vos images. Vous trouverez ci-contre quelques exemples d'utilisation de ces indices.

**Forme :** les zones agricoles tendent à avoir des contours francs et droits, et des formes géométriques comme des carrés ou des rectangles. Les cours d'eau sont des lignes comportant de nombreux tournants et courbes. Les routes ont en général moins de virages que les cours d'eau.

**Taille :** les autoroutes principales et les rivières peuvent être différenciées des routes moins importantes et des affluents.

**Topographie et localisation géographique :** si vous vous trouvez dans une zone montagneuse ou vallonnée, les zones de forêt se trouveront plutôt dans les zones montagneuses aux pentes escarpées, alors que les prairies et les zones agricoles se trouveront à l'intérieur des vallées. Comme les images Landsat sont prises dans la matinée, il est possible que les versants opposés au soleil se trouvent dans l'ombre.

**Association :** une zone de végétation à l'intérieur d'une zone urbaine est probablement un parc ou un cimetière. Les marais sont souvent situés à proximité des rivières, lacs ou estuaires. Les centres commerciaux seront situés près des grandes routes, voies de chemin de fer ou canaux.

**Texture :** sur une image en fausses couleurs (combinaison des bandes 4 – 3 – 2), les zones commerciales seront tout le temps en bleu ciel ou en blanc. Toutefois, il est possible que les zones résidentielles aient une apparence tachetée de bleu ciel ou de blanc, avec du rouge. Le bleu ciel et le blanc indiquent des habitations et des chaussées, et le rouge indique l'herbe et les arbres qui peuvent border les rues et entourer les résidences individuelles.

### **Pour aller plus loin**

Existe-t-il des classes de couverture du sol que ce processus de cartographie assisté par ordinateur ne « résout » ou ne sépare pas ?

Est-ce que ce processus sépare artificiellement un même type de couvert sur différents regroupements ?

Est-ce que le fait d'augmenter le nombre de regroupements (essayez plusieurs nombres

différents) améliore la capacité de l'ordinateur à analyser ces types de couverts ?

Si vous n'avez jamais visité votre zone mais que vous disposez d'une image Landsat, quels aspects de l'environnement local percevriez-vous correctement, et que ne seriez-vous pas capable de percevoir ?

Que pourriez-vous faire pour améliorer votre précision globale ?

Quelle précision votre carte a-t-elle atteinte si quelqu'un voulait s'en servir pour trouver un bon endroit pour pique-niquer dans les bois ?

Quelle précision votre carte a-t-elle atteinte si vous vouliez voir combien de fois vous avez correctement identifié un parc ou une aire de jeu ?

Laquelle de ces deux précisions est la meilleure : celle de votre producteur ou celle de votre utilisateur ? Pourquoi ?

De quelle manière les étudiants de l'année suivante pourront utiliser vos données pour créer une meilleure carte étudiante ?

# Protocole de cartographie de la couverture du sol assisté par ordinateur

## Guide de terrain

### But

Créer une carte du type de couverture du sol en utilisant le logiciel MultiSpec pour regrouper les pixels de caractéristiques spectrales similaires du fichier numérique de votre image satellite Landsat. Légèrer chaque regroupement d'après le type de couverture du sol présent selon vous, en vous basant sur vos connaissances du terrain.

### Ce dont vous avez besoin

- ◆ Introduction au programme MultiSpec et *Didacticiel de Cartographie Assistée par Ordinateur* (à partir du CD MultiSpec)
- ◆ Ordinateur supportant le logiciel MultiSpec
- ◆ Logiciel MultiSpec
- ◆ Image Landsat TM de 512x512 pixel
- ◆ *Guide de terrain MUC* ou la *Table du système MUC* et le *Lexique des termes MUC*

### Que faire ?

1. Lancez le programme MultiSpec sur l'ordinateur.
2. Ouvrez le fichier contenant l'image Landsat TM de votre Site d'étude GLOBE. Il se nomme : \_\_\_\_\_.
3. Créez un nouveau projet et sélectionnez « Cluster » dans le menu **Processor**.
4. Sélectionnez le nombre de regroupements approprié en fonction du nombre de groupes que vous désirez classer. La première fois, vous devriez utiliser le nombre par défaut de 10 regroupements, sauf indication contraire de votre professeur. Entrez les autres informations, comme spécifié dans l'*Introduction au programme MultiSpec* et dans le *Didacticiel de Cartographie Assistée par Ordinateur* (à partir du CD MultiSpec).
5. Une fois les regroupements calculés, examinez les zones à l'intérieur de chaque regroupement.
6. Assignez une classe de couverture du sol à chaque regroupement.
  - a. Si vous connaissez le type de couverture du sol d'une zone, assignez une classe de couverture du sol au regroupement à partir du système MUC.
  - b. Si vous ignorez le type de couverture du sol d'une zone, utilisez les données d'un Site d'identification du type de couvert végétal à l'intérieur de la zone afin d'assigner la classe MUC du type de couvert végétal.
    - S'il n'y a pas de site de détermination du type de couvert végétal dans la zone du regroupement, appliquez le *Protocole d'identification du couvert végétal d'un échantillon de terrain* à un site dans cette zone.
    - S'il y a plusieurs sites dans une même zone, utilisez un seul des sites pour assigner la classe de la couverture du sol, et gardez les autres pour effectuer une analyse de précision.
7. Renommez chaque regroupement pour les faire correspondre avec leurs classes MUC.
8. Enregistrez l'image avec ses regroupements et la classification. Utilisez le menu **File** pour l'enregistrer sur un disque au format TIFF.

## Questions fréquentes

### 1. Combien de regroupement dois-je utiliser ?

Pour votre premier essai de regroupement, utilisez la valeur MultiSpec par défaut de 10 regroupements.

### 2. Je me suis servi de MultiSpec pour créer 10 regroupements. Sur un de ces regroupements, je sais qu'il y a deux classes MUC différentes. Que dois-je faire ?

Dans ce cas, vous devrez répéter l'opération avec plus de regroupements, par exemple utilisez-en 12 cette fois-ci. Il est aussi possible que le spectre des deux types de couvert soient suffisamment proches pour que le logiciel ne puisse les différencier.

### 3. Je ne peux pas différencier les routes des zones commerciales. Que dois-je faire ?

Les zones développées, MUC 9, sont les zones les plus difficiles à classer sur une image satellite. Elles sont toutes composées de minéraux et ont des schémas de réflectance très similaires. Il peut être impossible de les séparer lors d'un regroupement. Parfois, vous pouvez créer une image secondaire ne contenant que la zone urbaine et le regroupement afin de faire la différence entre les différents types urbains. N'essayez pas cela tant que vous n'êtes pas un utilisateur expérimenté de MultiSpec.

### 4. Que se passe-t-il si je ne peux pas identifier les types de couvert végétal d'une image avec les quatre niveaux de précision ?

Si vous ne pouvez identifier entièrement votre classe MUC sur une zone, vous devrez vous rendre sur place et utiliser le *Protocole d'identification de la couverture du sol* et prendre toutes les mesures biométriques nécessaires pour finaliser votre identification MUC.

### 5. Comment faire si deux groupes sont en désaccord sur la classe MUC d'une zone de notre image ?



Si les groupes ne peuvent s'accorder sur une classe MUC d'une zone, vous devrez utiliser le *Protocole d'identification du couvert végétal d'un échantillon de terrain* et prendre toutes les mesures biométriques nécessaires pour régler ce désaccord, à moins que vous ne connaissiez quelqu'un qui vive à proximité de cette zone et qui puisse en valider la couverture du sol.

### 6. Que faire s'il y a une zone de notre image dont aucun de nous ne connaît la classe MUC ?

La seule façon que vous avez pour identifier avec certitude cette classe MUC est de vous rendre sur place et de collecter toutes les données de terrain.

### 7. Nous avons trouvé un plan d'eau qui n'est pas noir, mais vert, voire même marron.

#### Qu'est-ce que cela signifie ?

Que ce soit sur les images en vraies ou fausses couleurs, l'eau apparaît normalement en noir. A une exception près : les eaux très claires que l'on peut trouver dans certaines zones des Caraïbes. Si votre eau apparaît en marron, vert, ou gris, cela signifie d'ordinaire qu'il y a des choses à la surface de l'eau. Il peut s'agir de plantes, ou de sédiments en suspension qui sont transportés par l'eau.

# Protocole de cartographie de la couverture du sol assisté par ordinateur – Analyse des données

## **Les données sont elles cohérentes ?**

Après avoir créé une carte de la couverture du sol à partir de votre image Landsat, vous devez déterminer si les types de couverture du sol sont plausibles et exacts ou non. Par exemple, si vous êtes situés dans une zone de climat tempéré de latitude moyenne, est-ce que vos données incluront des types de couvert végétal que l'on trouve uniquement dans des zones tropicales équatoriales ? Est-ce logique de n'avoir que des types de couvert végétal qu'on ne rencontre que dans des zones arides et désertiques ? Trouvez-vous des classes de zones montagneuses alors que vous êtes situés en plaine côtière ? Posez-vous ce genre de questions à propos des classes du couvert végétal de votre région. Vérifiez les classes et les définitions MUC pour déterminer si les classes de couverture du sol que vous choisissez sont logiques pour votre site d'étude GLOBE.

Ensuite, réfléchissez à la localisation de chacun de ces types de couvert végétal. En utilisant votre connaissance du site et d'autres sources d'information, comme une impression de votre image Landsat, des cartes topographiques ou des photos aériennes (selon disponibilité), est-ce que la position des différents types du couvert végétal vous paraît logique ? Sinon, quel(s) type(s) de couvert végétal est absurde ?

Après avoir inspecté votre carte et vérifié si elle semblait plausible, vous êtes prêts à effectuer une analyse de précision quantitative. Le *Didacticiel de l'Analyse de précision* vous fournit un exemple décrivant comment organiser vos données et effectuer l'analyse de précision.

## **Que recherchent les scientifiques dans ces données ?**

Les scientifiques utilisant les données de télédétection ne possèdent pas de pourcentage de précision global acceptable pour les guider lors de leur création de carte à partir d'images satellites. Les niveaux de précision requis dépendent de l'objectif de la carte. Il est très intéressant d'étudier la matrice d'erreur et d'observer quelles

classes de couverture du sol ont été confondues entre elles. Toutes les erreurs ne se valent pas. Dans la plupart des cas, il est bien pire d'identifier une zone en tant qu'eau alors qu'il s'agit d'une forêt de conifères, que d'identifier une zone boisée de conifères en tant que forêt de conifères. De plus, les scientifiques utilisant les données de télédétection essaient d'améliorer leurs cartes en utilisant les informations recueillies dans les matrices d'erreur. Cet objectif implique parfois la collection de plus de données concernant la couverture du sol pour aider à la classification, en étudiant les profils de réponse spectrale de différents types de couvert végétal, et/ou en appliquant différentes techniques de classification. Cartographier la couverture du sol à partir d'images satellites est souvent un processus itératif et l'analyse de précision peut être effectuée de nombreuses fois avant que la carte ne soit finie. Une fois que les scientifiques ont une carte précise, ils l'utilisent pour répondre aux questions qu'ils se posaient. Ils peuvent comparer les quantités et positions des zones naturelles et développées, le pourcentage des types de couverture du sol utiles aux activités humaines comme l'agriculture, les marais, les axes de transport, les zones de loisirs, etc. ou bien les positions des habitats qu'ils étudient.

## **Exemple de projet d'étudiant**

Un groupe d'étudiants de Kyiv, en Ukraine, travaillaient sur la création d'une carte de la couverture du sol de leur site d'étude GLOBE. En utilisant MultiSpec, ils ont créé une image avec 10 regroupements. Ils en ont identifié 8 en utilisant leur connaissance des types de couverture du sol autour de leurs maisons et de leur école, et une carte topographique de la zone. Ils étaient indécis sur les classes MUC des deux autres regroupements. Ils ont donc sélectionné un site pour chaque regroupement sur l'image Landsat. Quelques étudiants se rendirent sur chacun des sites et utilisèrent le *Protocole d'identification du couvert végétal d'un échantillon de terrain*. Un des sites avait le code MUC 811 (Terrain cultivé, agriculture, cultures alignées et Pâturage). L'autre site avait le code MUC 92 (Zone urbaine, commerciale et industrielle). Ils utilisèrent ces classes MUC pour légender les deux regroupements inconnus sur leur image et supposèrent que tous les autres pixels de ces deux regroupements avaient le même type de couverture du sol.

Les étudiants examinèrent la carte de la couverture du sol qu'ils venaient de créer. Ils discutèrent de l'aspect de la carte. Ils faisaient totalement confiance au classement de l'eau, des forêts denses et des zones boisées, mais ils se demandaient si les classements de certaines zones urbaines et cultivées étaient corrects. En particulier, ils pensaient que :

1. les routes étaient incluses dans d'autres classes MUC 9,
2. les champs labourés et les zones commerciales n'étaient pas très bien séparés en différents regroupements,
3. les champs cultivés et les zones non agricoles n'étaient pas très bien séparés en différents regroupements.

Ils décidèrent de vérifier si leurs craintes étaient justifiées.

Plus tôt dans l'année, le groupe et d'autres classes avaient collecté un certain nombre de données de *Types de couvert végétal de terrains*. De plus, la classe de l'année précédente avait collecté des données de trois autres sites. En utilisant ces données, ils ont d'abord créé un tableau comparant leur classification à partir de l'image et les données de vérification des Sites échantillons (se reporter au tableau p17). Ils se rappelèrent de ne PAS inclure les deux sites qu'ils avaient utilisé pour identifier leurs regroupements inconnus. Ils comptabilisèrent un total de 15 sites de vérification.

Image LAND-UC-1: Kyiv, Ukraine Site d'étude GLOBE de 15 km x 15 km



Image LAND-UC-2: Carte de la couverture du sol de Kyiv, Ukraine, avec le regroupement par défaut et deux classes non identifiées

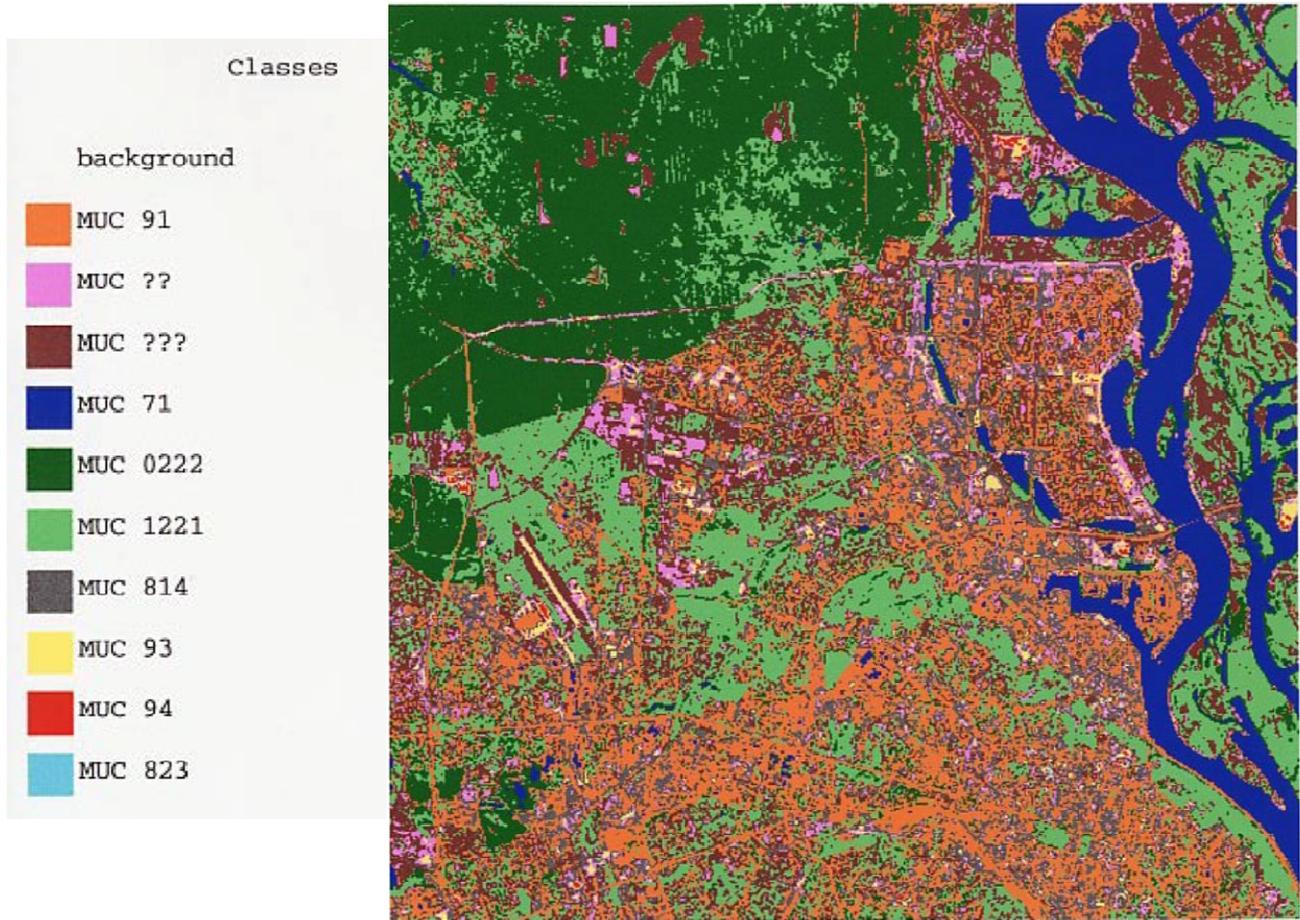
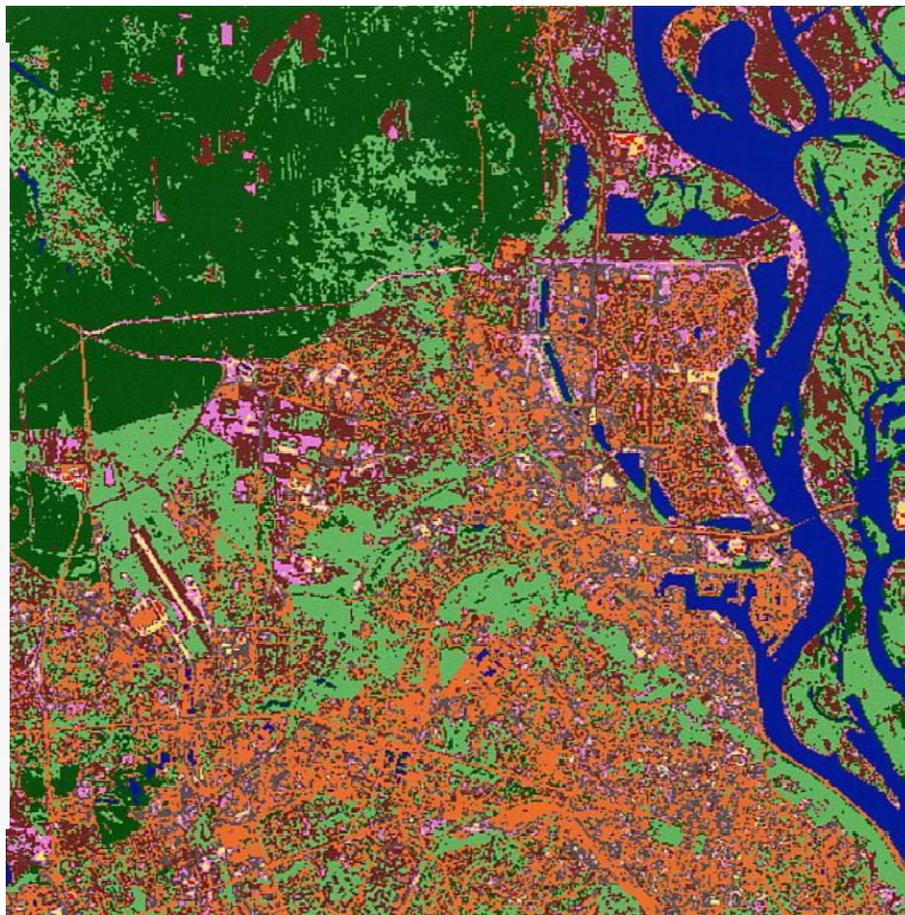
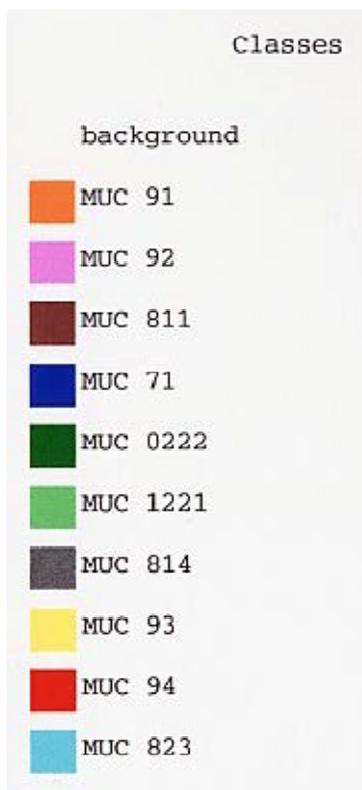


Image LAND-UC-3: Carte finale de la couverture du sol de Kyiv, Ukraine



## Feuille de résultats de l'Analyse de précision

	Nom du site	Données de la carte étudiante du Site d'étude GLOBE	Données de validation à partir de relevés <i>in situ</i>	♦	
1	Rivière	71	71	♦	♦
2	Herbe à proximité d'un aéroport	811	824	♦	♦
3	Ferme de John	811	811	♦	♦
4	Parc "Downtown Central"	92	92	♦	♦
5	Grand bois à côté de la maison de Lorenzo	0222	0222	♦	♦
6	Prairie autour de la rivière	811	4223	♦	♦
7	Voisinage de LeRoy	91	91		♦
8	Autoroute 66	93	92	♦	♦
9	Propriété de Natalie	811	824	♦	♦
10	Aéroport	93	93	♦	♦
11	Champ en jachère de George	92	811		♦
12	Proximité de la maison de la grand-mère de Leonid	92	91		♦
13	Zone boisée près de la maison de Janice	1222	1222		♦
14	Forêt à côté de la maison de Grand-mère	0222	0222		♦
15	Marché Mary	91	92		♦

♦

♦

### Liste des classes MUC

- 0222 – Forêt dense, principalement à feuilles caduques, arbres à feuilles caduques de régions froides, arbres à feuilles persistantes, conifères
- 1222 – Zone boisée, principalement à feuilles caduques, arbres à feuilles caduques de régions froides, arbres à feuilles persistantes, conifères
- 4223 – Végétation herbacée, graminées de taille moyenne, couverture des arbres <10%, arbres : arbres à feuilles caduques larges
- 71 – Eau courante, eau fraîche
- 811 – Terres cultivées, agriculture, culture alignées et pâturages
- 824 – Terres cultivées, hors agriculture, hors agriculture autres
- 91 – Urbain, résidentiel
- 92 – Urbain, commercial et industriel
- 93 – Urbain, transports
- 94 – Urbain, autres

Après avoir créé ce tableau, ils ont réalisé une matrice des erreurs/différences.

**Données de validation**

	MUC 71	MUC 811	MUC 92	MUC 0222	MUC 1222	MUC 91	MUC 93	MUC 824	MUC 4223	Total lignes
MUC 71										<b>1</b>
MUC 811										<b>4</b>
MUC 92										<b>3</b>
MUC 0222										<b>2</b>
MUC 1222										<b>1</b>
MUC 91										<b>2</b>
MUC 93										<b>2</b>
MUC 824										<b>0</b>
MUC 4223										<b>0</b>
Total colonnes	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>15</b>

Ils ont calculé une exactitude globale de 53%. Lorsqu'ils ont calculé les précisions des producteurs et des utilisateurs, ils ont remarqué que les classes MUC pour l'eau, les forêts et les zones boisées étaient correctes, mais que celles de beaucoup de zones développées ne l'étaient pas. Ils ont pensé que les données allaient dans le sens de leurs craintes.

Pourcentage de l'Analyse de précision

**Précision globale**  
 $8 \mid 15 \times 100 = 53\%$

**Précisions de l'utilisateur**

Classe MUC	Calcul	Précision
71	1   1 x 100	100%
811	1   4 x 100	25%
92	1   3 x 100	33%
0222	2   2 x 100	100%
1222	1   1 x 100	100%
91	1   2 x 100	50%
93	1   2 x 100	50%
824	0	NA
4223	0	NA

**Précisions du producteur**

Classe MUC	Calcul	Précision
71	1   1 x 100	100%
811	1   2 x 100	50%
92	1   3 x 100	33%
0222	2   2 x 100	100%
1222	1   1 x 100	100%
91	1   2 x 100	50%
93	1   1 x 100	100%
824	0   2 x 100	0%
4223	0   1 x 100	0%

Ils ont discuté de la manière d'améliorer la précision de leur carte. Une étudiante pensait que ce serait une bonne idée d'analyser une nouvelle fois l'image, en utilisant plus que les 10 regroupements utilisés la première fois. Elle pensait que leur zone avait peut-être un nombre de classes de couverture du sol plus important que 10 et qu'avec un plus grand nombre de regroupements, il y aurait moins de sites mal classés. Un autre étudiant était d'accord, mais suggéra d'étudier aussi plus *de Sites d'identification du couvert végétal*. Il remarqua que beaucoup de classes n'avaient qu'un seul site de vérification. Il pensait qu'avec plus de sites, une analyse de précision plus fine pourrait être menée. Tout le monde fût d'accord dans le groupe, et ils décidèrent d'utiliser les deux suggestions.

# Protocole de détection de changement de la couverture du sol



## **Objectif général**

Utiliser le logiciel MultiSpec, évaluer et enquêter sur les changements qui sont apparus sur les types de couverture du sol de votre site d'étude GLOBE en examinant les deux images prises par le satellite Landsat à quelques années d'écart.

## **Objectif spécifique**

En utilisant MultiSpec, les étudiants comparent deux images du site d'étude, prises à quelques années d'écart, et identifient les changements de la couverture du sol.

## **Compétences**

### **Concepts scientifiques**

#### *Sciences de la vie*

Les organismes changent l'environnement dans lequel ils vivent.

La Terre possède de multiples environnements qui permettent diverses combinaisons d'organismes vivants.

Tous les organismes vivants doivent être capable d'obtenir et d'utiliser les ressources de l'environnement en changement constant que constitue leur habitat.

Les populations vivant ensemble et les facteurs physiques qui les entourent constituent un écosystème.

L'être humain peut modifier son environnement.

#### *Géographie*

Comment utiliser des cartes (réelles ou pas). Les caractéristiques physiques d'un lieu.

Les caractéristiques et la distribution spatiale des écosystèmes.

Comment l'homme modifie son environnement.

### **Compétences scientifiques**

Utiliser les données sur les couverture du sol et les outils adéquats pour interpréter les changements. Rassembler des données spatiales et historiques pour déterminer la validité des hypothèses. Identifier les questions auxquelles il est possible de répondre. Planifier et conduire une enquête. Décrire et expliquer en utilisant des preuves. Reconnaître et analyser des explications alternatives.

Communiquer des procédures, descriptions et prédictions.

## **Niveau**

Moyen et secondaire

## **Durée**

2 ou 3 classes

## **Fréquence**

Une fois mais peut être un processus itératif au fur et à mesure que vous enquêtez sur un plus grand nombre de zone du site d'étude.

## **Matériel et instruments**

Ordinateur

Le logiciel MultiSpec (fourni par GLOBE ou téléchargé)

Les données enregistrées de 2 images Landsat de 15km x 15 km de votre site d'étude; une récente et une de quelques années prises à la même période de l'année.

Ces 2 images imprimées à partir des données.

Des cartes topographiques de votre zone d'étude, des photos aériennes (si possible)

L'introduction au programme MultiSpec et le didacticiel sur la détection des changements.

Des données MUC sur la précédente classification cartographiques des types de couverture du sol.

## **Préparation**

Installer MultiSpec sur les ordinateurs que les étudiants utiliseront.

Installer les images sur ces mêmes ordinateurs.

Se familiariser avec MultiSpec et le didacticiel sur la détection de changements.

## **Pré-requis**

Revoir et refaire l'Introduction au programme MultiSpec et le didacticiel sur la détection de changements.

# Protocole de détection des changements de couverture du sol – Introduction

Comparez les 2 images satellites de votre site d'étude GLOBE. L'une a été prise avant l'autre. Cependant, les images ont été enregistrées. L'enregistrement consiste en la préparation des images de sorte que chaque point d'une image peut être comparé au même point de l'autre image. Qu'est-ce qui a changé entre les images ? Pouvez-vous voir des changements dans la taille, la forme ou le type dominant de couverture du sol ? Votre école est-elle toujours entourée de la même couverture de sol ? Pouvez-vous voir plus de végétation dans une image ? Y a-t-il eu un événement tel qu'un écoulement, un tremblement de terre, un ouragan, une tornade, etc., qui a changé le paysage ? Est-ce que le type ou la taille des zones naturelles a changé ? Y a-t-il plus de maisons sur la route de votre école ? Pouvez-vous voir ces changements sur les images satellites ?

Travaillez seul ou en binôme. Faites une liste des questions que vous avez à propos des images. Y a-t-il quelque chose que vous aimeriez connaître à propos de ces images et des changements observés ? Certains changements sont peut-être difficiles à voir mais ils existent.

Réduisez votre liste à une question. Quand vous l'aurez choisie, élaborer un plan pour y répondre. Vous aurez besoin du Guide de terrain Protocole de détection des changements de couverture du sol et/ou d'autres guides de terrain sur la couverture du sol. Dans le protocole de détection des changements, vous allez combiner les 2 images satellites. Une fois fait, vous utiliserez MultiSpec pour chercher les changements.

Les scientifiques utilisent le même procédé pour répondre à leurs questions sur les changements vus par images satellites. D'abord, ils regardent différentes images. Puis ils se posent des questions sur ces images. Une fois qu'ils ont décidé d'une question, ils utilisent des protocoles scientifiques ou des techniques de terrain pour y répondre. Il se peut qu'ils ajoutent de nouveaux protocoles ou qu'ils réutilisent ceux existants. Vous pouvez faire pareil avec les protocoles Couverture du sol/Biologie.

Les cartes de changements de couverture du sol sont une production majeure des images satellites. Garder des traces des changements est important pour comprendre le système planétaire. Connaître ces changements est le premier pas vers la compréhension du pourquoi et où ces changements arrivent. Les données peuvent être utilisées pour mettre à jour des cartes. Elles peuvent aussi être utilisées pour évaluer la vitesse des changements dans certaines zones.

# Support pour l'enseignant

## **Les mesures**

Ce protocole est le point culminant de l'enquête sur la couverture du sol et la biologie. Pour arriver jusqu'ici, les étudiants devront utiliser le site d'échantillonnage de la couverture du sol et le protocole de biométrie pour rassembler des données MUC, et ensuite utiliser des données pour faire des cartes à partir des images satellites. En terme de compréhension de la couverture du sol, vos étudiants doivent être préparés pour apprendre les changements survenus dans le temps sur leur site d'étude. Ils doivent s'intéresser aux futurs changements qui pourront influencer sur le paysage. Ce protocole est l'application de tous les protocoles qui sont survenus avant lui et un endroit où incorporer d'autres enquêtes, si vous ne l'avez pas encore fait. La couverture du sol de votre site GLOBE peut influencer sur la température et dans certains cas sur les précipitations. L'histoire de la couverture du sol peut aussi influencer sur le sol et les zones d'eau proches. Par exemple, ces zones fortement cultivées qui sont devenues des forêts peuvent avoir des propriétés qui indiquent cette évolution. Des zones cultivées aujourd'hui et qui contiennent de grandes quantités d'azote peuvent avoir un effet sur la quantité d'azote de l'eau circulant près de ces zones. La température, les précipitations, le sol et l'eau peuvent influencer bien évidemment le type de couverture du sol. Par exemple, une sécheresse peut faire mourir une zone de végétation. La toundra ne se trouve pas près de l'équateur. Il y a d'autres relations que vos étudiants et vous pourrez chercher. Ce protocole peut être un point de départ pour l'exploration de questions sur ces relations. L'introduction peut permettre aux étudiants de commencer à réfléchir à cela mais elle peut aussi leur permettre de se poser leurs propres questions, tel que comment un nouveau lotissement peut influencer sur les réserves d'eau. Bien que les instructions du protocole soient simples, le sens véritable du protocole se trouve dans l'identification et l'exploration des questions des étudiants sur les changements de paysages.

## **Obtenir les données Landsat**

Votre école a peut-être reçu plus d'une image Landsat; cependant, ce protocole nécessite que les deux images à comparer soient prises à la même période de l'année. Vous pourrez demander des scènes couplées à GLOBE en contactant votre coordinateur national ou le helpdesk GLOBE. Avant de faire votre demande, votre école doit compléter le protocole de cartographie de couverture du sol assistée par ordinateur et doit rapporter à GLOBE les mesures d'au moins 10 sites d'échantillonnage de la couverture du sol.

Rappel pour l'enseignant : Pour chaque combinaison de bandes que vous aurez à étudier, utiliser le menu Fichier pour sauvegarder l'image sur le disque dur en tant que fichier .TIFF . Si vous avez une imprimante couleur, imprimez des copies pour les comparer avec les cartes faites par les étudiants. Les étudiants devront faire un résumé des changements qu'ils ont découverts. Envoyez des copies des cartes de votre couverture du sol, les images des changements et les résumés des étudiants aux archives de données des étudiants GLOBE en suivant les instructions données dans la section *Comment soumettre des photos et des cartes du Guide d'implémentation*.

## **Mesures de référence**

Tous les protocoles sur la couverture du sol et la biologie.

## **Préparation des étudiants**

Comprendre la classification MUC

Mise en oeuvre du *protocole d'identification de la couverture du sol* au moins 10 fois.

Avoir fait et compris le *protocole de cartographie de couverture du sol assistée par ordinateur*.

Revoir et refaire *l'Introduction à MultiSpec* et le *didacticiel sur la détection des changements*.

## **Conseils utiles**

- Quand vos étudiants regardent les 2 images, ils peuvent ne pas voir de zones de changements majeurs. Cela ne veut pas dire qu'il n'y en a pas eu, simplement les changements sont relativement petits.
- Comparer une simple entrée Landsat entre 2 années peut être utile pour chercher des différences de couvertures. Chaque entrée a des applications spécifiques basées sur la signature spectrale des différents types de couvertures du sol.
- Si un pixel dans l'image récente est plus brillant que dans la vieille image, le pixel montre du vert. Cela signifie une augmentation de la propriété mesurée.
- Si un pixel dans l'image la plus vieille a une meilleure réflectance, le rouge et le bleu produiront du magenta, indiquant une diminution dans la quantité mesurée sur l'image récente.
- Comme une forte réflectance est souvent associée à de la matière minérale (constructions urbaines, roches, sols nus), on peut déduire quand, pour une combinaison (1, 6, 1), les zones vertes ont augmentés dans le développement urbain. L'entrée 1 de Landsat (bleu) est utile pour les constructions humaines.
- Il est important de prendre en compte la période de l'année à laquelle l'image a été prise. La plupart du temps, vos images seront prises à la même période mais il peut y avoir quelques semaines de décalage qui sont cruciales. Par exemple, dans une image, les feuilles peuvent ne pas avoir totalement poussées ou certaines récoltes peuvent ne pas avoir été plantées. Pour une combinaison (4, 9, 4), les zones vertes dans les 2 images prises à différents moments de l'année sont facilement reconnaissables, il faut alors décider quelle proportion du changement est due à l'augmentation de la végétation et quelle proportion correspond aux variations saisonnières. (Voir l'image de Durham, NH, dans le didacticiel sur la détection de changements)
- Si vous trouvez des lieux qui montrent une augmentation de la végétation, on peut déduire plus raisonnablement que cela représente une augmentation réelle de la végétation.

Inversement, les zones magentas dans la plus récente image qui apparaissent vertes dans la plus vieille peuvent représenter des zones où la végétation a diminué. L'entrée 4 de Landsat (infrarouge proche) est utile pour les zones de végétation.

- Demandez à vos étudiants de mettre le nom des fichiers utilisés dans leur Guide de terrain.

## **Questions pour aller plus loin**

- Quel type de couverture du sol (type MUC) a le plus changé ? Quelles sont les causes de ce changement ?
- Généralement, y a-t-il eu augmentation ou diminution de la végétation ?
- Regardez d'autres zones de changements. Essayez d'expliquer pourquoi ces changements ont eu lieu. Est-ce dû à la prise de vue à différents moments de l'année, ou y a-t-il eu une influence humaine ou un événement environnemental majeur (feu, inondation,...) ?
- Comment pouvez-vous utiliser les informations sur les changements pour aider votre communauté ?
- Comment votre image satellite changerait si vous compariez différentes saisons ? Comment l'image composée apparaîtrait ?
- Quels sont les effets de la température et des précipitations qui précèdent juste vos images ? Les étudiants auront à enquêter sur cette question.
- Si vous vivez dans une région côtière, quels sont les effets de la position des marées ? Vous devrez rechercher les moments de marée haute et marée basse à la date de prise de vue. Rappelez-vous que les images Landsat sont prises le matin.

# Protocole de détection des changements

## Guide de terrain

### Tâche

Utiliser MultiSpec pour combiner les données numériques de deux images de votre site d'étude GLOBE (prises à quelques années d'écart) pour faire une image composée et l'analyser pour apprendre les changements de couverture de sol qui sont survenus.

### Ce dont vous avez besoin

- L'introduction au programme MultiSpec et le didacticiel sur la détection des changements.
- Logiciel MultiSpec
- Des données MUC sur la précédente classification cartographiques des types de couverture du sol.
- 2 séries de données enregistrées d'images du TM Landsat de 512 x 512 pixel du site d'étude GLOBE de 15 km x 15 km (données fournies par GLOBE), une récente, une de quelques années.
- Ordinateur

### Ce qu'il faut faire

1. Comparer les impressions des images du TM Landsat prises à deux dates différentes. Quelles sont les différences que vous voyez ?
2. Démarrer le logiciel MultiSpec sur l'ordinateur.
3. Dans le menu **Fichier**, cliquer sur **Ouvrir** une image.
4. Sélectionner et ouvrir la plus vieille image du site d'étude. Elle s'appelle\_\_\_\_\_. Suivre les options par défauts du didacticiel sur la détection de changements.
5. Sélectionner et ouvrir la plus récente image du site d'étude. Elle s'appelle\_\_\_\_\_. Cliquer dans la case **Lier au fichier actif**.
6. Reformater, nommer et enregistrer la nouvelle image (appelée\_\_\_\_\_) en utilisant les instructions dans le didacticiel sur la détection de changements.
7. Ouvrir la nouvelle image et suivre les instructions dans le didacticiel sur la détection de changements pour enregistrer les statistiques.
8. Examiner l'image pour les changements en suivant les options par défaut du didacticiel sur la détection de changements.
9. Sauvegarder l'image de couverture du sol développée (1, 6, 1) et l'image de la végétation (4, 9, 4) utilisée pour comparaison en tant que fichier .TIFF . Voir avec vos professeurs pour les instructions permettant d'envoyer vos images à GLOBE.

## Regarder les données

### ***Les données sont-elles cohérentes?***

Après que vous ayez complété la production de votre image sur les changements de couverture du sol, vous arriverez à quelques conclusions à propos de l'augmentation ou de la diminution de certains types de couverture durant le temps séparant vos deux images. La couverture du sol change dans le temps et l'espace. Certains de ces changements sont naturels. D'autres sont produits par l'être humain. Pour déterminer si les changements observés sont cohérents, utilisez la grande quantité de données recueillies sur les sites d'échantillonnage. Les sites d'échantillonnage que vous avez visité vous aideront à déterminer la précision de vos cartes sur la couverture du sol. Si vous trouvez que vous avez besoin de plus de données, refaite simplement le protocole pour en rassembler plus.

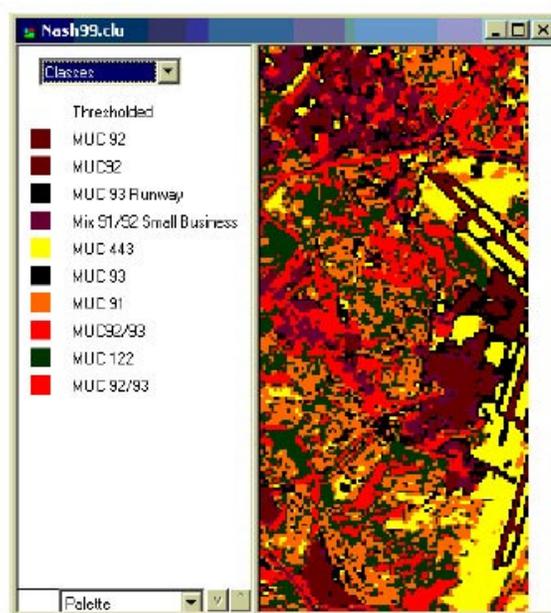
Par exemple, si votre image montre une grande augmentation des zones urbaines sur votre site d'étude, vous aurez besoin d'aller dans ces zones pour vérifier que c'est réellement le cas. Rappelez-vous que certaines propriétés apparaissent vraiment proches sur les images Landsat. Les nuages, les plages de sable et les zones très urbanisées se ressemblent beaucoup et ne sont pas très bien distinguables. Comme vous êtes les experts pour votre site d'étude, vous pouvez utiliser votre propre connaissance du site pour déterminer si les changements apparus sont cohérents.

### ***Qu'est-ce que les scientifiques recherchent dans ces données?***

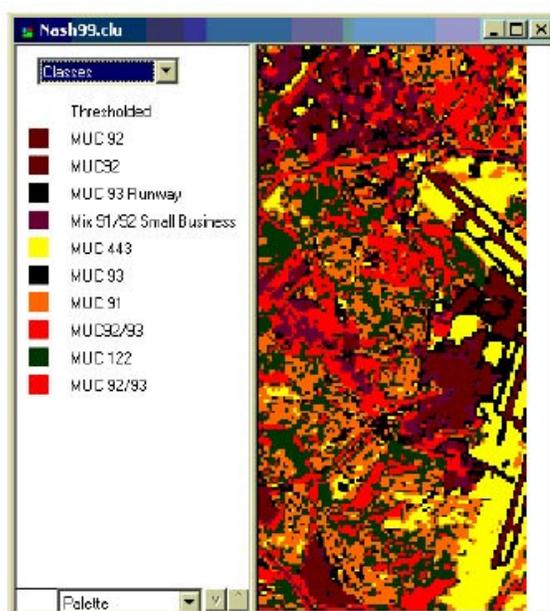
Les scientifiques de l'environnement utilisent ces données pour développer des modèles informatiques pour tout, de la circulation atmosphérique à l'absorption du carbone dans les différentes parties de l'environnement. Souvent, les images satellites sont utilisées pour déterminer la couverture du sol. Si les images utilisées ne sont pas à jour, elles ne fournissent pas un modèle juste. De plus, les scientifiques doivent souvent estimer la couverture du sol sans aller sur la zone en question. Vos données sur les changements de couverture du sol peuvent aider les scientifiques à affiner leurs modèles. Ces données sont aussi très utiles pour la communauté locale qui ne peut pas forcément voir les changements à une aussi grande échelle que vous. Pour comprendre correctement ce qui s'est passé, et pour aider à prédire ce qui va se passer, les scientifiques ont besoin de savoir les changements qui ont eu lieu, et combien de temps a été nécessaire pour qu'ils aient lieu. Grâce à ces données, la vitesse des changements peut être calculée. Ce sont la vitesse et la direction des changements qui aident à prédire ce qui peut se passer ensuite.

### ***Un exemple de projet d'étudiant***

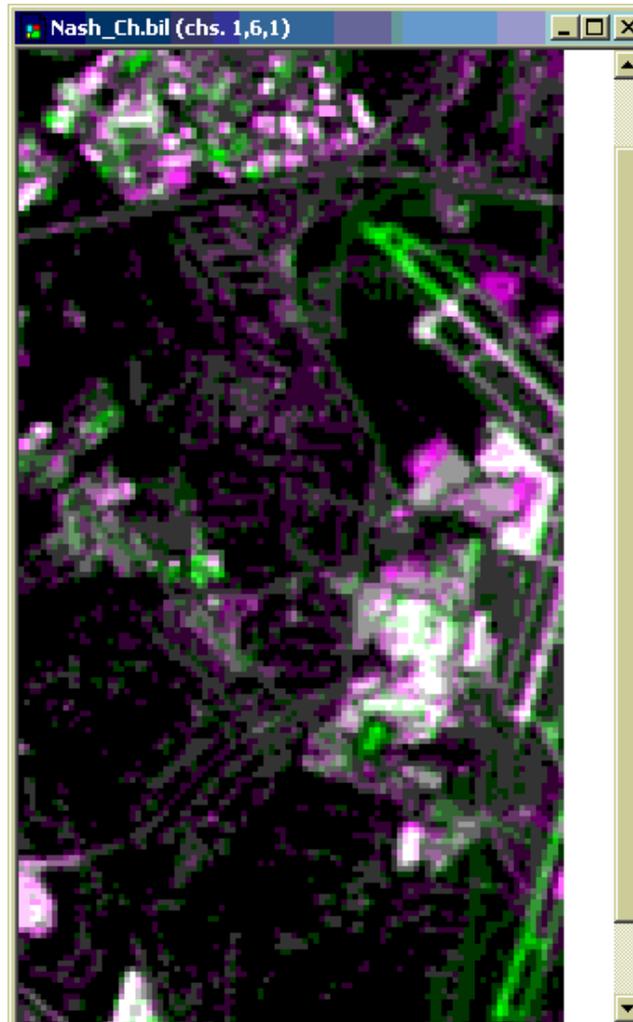
Les étudiants à Nashville, Tennessee, ont enquêté sur les changements dans le temps autour de l'aéroport international de Nashville. Ils savaient qu'entre l'image Landsat 5 et l'image 7, une autoroute pour aller à l'aéroport a été allongée. Ce groupe a créé une carte de couverture du sol assistée par ordinateur d'une partie de leur image de 1992 qui comprenait l'aéroport.



Ce groupe a ensuite créé une carte à partir de l'image de 1999 de la même zone.



En examinant ces cartes, ils étaient certains que, dans la zone de l'aéroport des changements significatifs avaient eu lieu. Ils ont utilisé le didacticiel sur la détection des changements pour produire une image des changements.



Le groupe a trouvé que l'image indiquait les développements de l'aéroport. Ils pouvaient voir les changements représentés en vert à la fin de l'autoroute. Ils ont aussi remarqué qu'il y avait d'autres zones vertes ou changements. Ils ont pensé qu'il pouvait s'agir de zone de développement urbain. Ils savaient que les zones en magenta (violet) montraient des endroits où il y avait une diminution d'un type développé de couverture du sol. Les zones de MUC 91 (résidentielles) ont montré cela. Ils se sont demandés si cela était dû à la croissance d'arbres autour des maisons. Ils ont décidé de visiter ces endroits pour explorer leurs idées en profondeur.

# Protocole d'étude de combustible



## **Objectif général**

Mesurer et comparer différents types de combustibles (branches mortes, bûches, buissons et arbres verts), pour les feux sur plusieurs sites terrestres.

## **Objectif spécifique**

Sur un terrain couvert homogène, les étudiants mesurent les arbres, les buissons, la couverture herbeuse et sa hauteur. En utilisant un compas et un mètre, ils vont marcher le long de différentes zones et répertorier les différentes tailles du carburant boisé tombé à terre. Ils utilisent aussi un pour mesurer la pente globale du site ainsi que celle de chaque portion.

## **Compétences**

Les étudiants apprennent les différents types de matériaux organiques, morts et vivants, qui peuvent devenir du combustible pour les feux de forêts ou de campagne.

## **Concepts scientifiques**

### *Sciences de la vie*

Les écosystèmes montrent la complémentarité entre structure et fonction.

### *Géographie*

Les processus physiques façonnent l'environnement.

### *Sciences physiques*

Les objets ont des propriétés observables.

### *Compétences scientifiques*

Identifier les questions intéressantes.  
Mener à bien la recherche.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Développer des descriptions et des explications basées sur les faits.

Reconnaître et analyser d'autres explications

Communiquer les procédures et les explications

## **Durée**

2-3 heures sans compter le voyage.

Temps sur le terrain

## **Niveau**

Débutant et intermédiaire

## **Fréquence**

Collecter une fois les données par site.  
Plusieurs sites écologiques sont souhaités.

## **Matériel et instruments**

*Fiche de relevé de données du GPS*

*Mode d'emploi du GPS*

*Feuille de données des combustibles de la zone centrale*

*Guide d'utilisation des combustibles de la zone centrale*

*Caractéristiques des mesures des combustibles des secteurs.*

*Mesures des combustibles des secteurs.*

*Guide d'utilisation MUC et /ou Glossaire MUC*

*Fiches de relevé de données et guides d'utilisation pour la biométrie, le protocole d'étude de la couverture du sol, dans Enquête biologique sur la couverture du sol.*

GPS

Ruban

Piquets de bois

Mètre flexible, au moins 30 mètres.

Boussole

Inclinomètre

Camera

Guide sur les arbres

Goupille à bois de 0.5-0.65 cm

Goupille à bois de 2.5 cm

2 règles graduées en mm

Un mètre rigide

Bloc-notes

Crayons ou stylos

Drapeaux

Images satellitaires, carte topographique, autres cartes de la zone (facultatif).

## **Pré requis**

Localiser un site de combustibles

Mise en pratique des protocoles d'études d'échantillons de la couverture du sol et de biométrie dans l'étude de la couverture du sol/biologie.

Connaissance des différentes classes de combustibles

# Protocole d'étude du combustible – Introduction

## ***Pourquoi des mesures de combustibles sur des sites de couverture du sol?***

Pendant des centaines d'années, les feux ont modelé les espaces vierges partout dans le monde. Mais les feux sur ces terrains peuvent être très différents. Par exemple les feux brûlent la savane chaque année alors que certaines forêts ou terrains humides échappent aux incendies pendant plusieurs siècles. Dans les forêts, les feux peuvent brûler seulement l'herbe et les buissons sous les gros arbres, ou bien la quasi totalité des arbres peuvent être détruits. Les incendies peuvent produire une mosaïque d'arbres tués et de survivants épargnés au hasard de la direction du vent ou d'autres conditions. (Brown and Smith, 2000). La déclaration d'un incendie est imprévisible et interagit avec chaque espèce de plantes ou d'animaux de manière différente.

Beaucoup d'espèces d'animaux et de végétaux survivent pendant des centaines de millions d'années bien que leur écosystème soit périodiquement ravagé par le feu. Certaines espèces parviennent même à en tirer avantage lorsque leur habitat brûle dans des intervalles prévisibles. Pour cela, elles ont développé des caractéristiques uniques pour tirer partie de ces incendies qui se reproduisent et leur permettent de mieux s'adapter à leur environnement que d'autres espèces. (Miller, 2000). Certaines plantes ou animaux sauvages sont en effet perdues si le feu est exclu de leur habitat. Dans ces environnements, les managers essaient de réintroduire le feu et tirent parti des feux naturels qui bénéficient à ces terrains. Les programmes professionnels qui incluent des feux préventifs, les éteignant où ils vont être destructeurs, et les utilisant pour le bénéfice de la terre sont appelés le management du feu.

Les scientifiques des incendies naturels considèrent comme combustible toutes les plantes organiques au-dessus du sol. La quantité et la nature du combustible les aide à déterminer la rapidité et l'étendue

géographique de l'expansion des flammes, et le ratio entre les plantes en vie et brûlées. Les mesures des étudiants aideront les scientifiques à faire de meilleurs modèles pour le calcul des risques d'incendie. Ces modèles améliorés peuvent sauver des vies, protéger des biens, et améliorer le management du feu. Vos données peuvent aussi être utilisées pour calibrer les cartes détaillées de combustible créées par imagerie satellite.

Enfin vos mesures peuvent être utilisées pour d'autres types de recherche et de management.

Par exemple, les estimations de la biomasse morte et en vie faite à partir de vos mesures sont très importantes pour la compréhension du cycle de l'eau, du carbone et des nutriments. Les fumées potentielles et les rejets de carbone dans l'atmosphère peuvent être calculées à partir de vos données. Des cartes d'habitats pour les mammifères, oiseaux, reptiles, amphibiens et insectes qui utilisent les débris de bois grossiers (les rondins tombés) peuvent être faites.

## ***Quels sont les carburants?***

Toute la biomasse organique au-dessus du sol qui peut contribuer à un incendie est un combustible. Ils sont habituellement classés comme suit: en vie ou mort, ou en bois ou herbeux, ou par la taille. Les classes de combustible utilisées dans ce protocole sont présentées dans le tableau FF-1.

On classe les combustibles morts/vivants par rapport à leur taux d'humidité. Le taux d'humidité dans le combustible joue un rôle majeur dans le comportement du feu. Les combustibles vivants sont les plantes en vie qui extraient l'eau du sol. Comme ils l'extraient de façon continue, leur taux d'humidité est assez élevé. Les combustibles morts ne fabriquent plus de nourriture et ne font plus circuler d'eau, donc leur contenu en eau est plus intimement lié aux conditions atmosphériques.

Les combustibles vivants sont séparés entre les arbres, les buissons et l'herbe. Les jeunes arbres qui peuvent brûler pendant un incendie sont inclus dans la catégorie buissons. Les combustibles herbeux incluent toutes les plantes non

boisées comme l'herbe, la laïche, les fougères... Dans la définition MUC (voir *enquête biologique/ couverture du sol*), les arbres sont définis comme la végétation boisée plus grande que cinq mètres de haut.

Les combustibles morts peuvent être des parties des plantes vivantes qui sont tombées à terre. Les combustibles morts au sol sont dits "abattus". Ce sont les plus importants pour comprendre l'extension des incendies et les plus influents sur le comportement du feu. Les bois abattus sont divisés suivant la taille de leur diamètre (Tableau FF-1). Cette classification de diamètres a été développée pour décrire le temps nécessaire aux particules de bois pour sécher. Les autres combustibles morts peuvent être des parties suspendues de plantes, comme les arbres, les buissons ou l'herbe. Le poids ou la masse des combustibles morts et vivants par unité d'aire (e.g. Kg.m<sup>-2</sup>) est appelé "chargement", et c'est une des plus importante quantité qui sera calculée à partir de vos résultats.

### ***Le comportement du feu et ses effets***

Le comportement du feu est la manière dont les flammes réagissent à leur voisinage immédiat. Ce comportement dépend de "l'environnement du feu", un terme utilisé pour décrire le type et la quantité des combustibles présents, ainsi que la topographie de la zone. Le comportement le plus communément utilisé est l'extension des flammes (la vitesse de déplacement du feu) et l'intensité du feu (la hauteur des flammes). Parfois même le plus intense des feux n'impacte pas lourdement l'environnement, et parfois les plus petites flammes peuvent faire des ravages. Le terme "effets du feu" est utilisé pour décrire les dommages ou l'influence qu'un feu a sur le biotope. De plus le terme "sévérité du feu" est les dommages que peut faire la chaleur dégagée par le feu sur les êtres vivants sur et sous terre. Les feux peu sévères tuent peu de flore et de faune, mais ils peuvent avoir une intensité élevée et une extension rapide. Le comportement potentiel d'un feu et ses effets ne peuvent être prédits sans une description précise des carburants.

Tableau FF-1: types et tailles des combustibles utilisés dans le management du feu. Les classes de combustibles utilisés dans ce protocole.

Les diamètres des bois abattus sont souvent reliés à la durée moyenne qu'il faut pour les brûler.

<b>Type de combustible</b>	<b>Taille</b> <i>(Diamètre de brindille, branche, tronc)</i>	<b>Description</b>
Frondaison	Toutes	Frondaison morte et vivante incluant les feuilles et les
Frondaison	Toutes	Frondaison morte et vivante incluant les feuilles et les
		aiguilles.
Branches de bois	0 à 3 cm	Branches de bois vivantes et mortes
Buisson - vivant	Toutes	Plantes boisées en vie – Arbres et buissons de moins de 2
		mètres de haut.
Buisson - mort	Toutes	Matériaux buissonnants morts suspendus au dessus du sol. Ca
		Inclus les arbres et les buissons de moins de 2 mètres.
Herbeux - vivant	Toutes	Plantes herbeuses vivantes dont l'herbe, la laiche, les
		fougères et le lichen.
Herbeux — mort	Toutes	Plantes herbeuses mortes sur le sol.
Litière	Aucune	Aiguilles, pommes de pain, écorce récemment tombée.
Humus	Aucune	Substances organiques partiellement décomposées sous la litière.
Bois abattu	0 à 1 cm	Prend 1 heure pour sécher les branches et les brindilles
	1 to 3 cm	Prend 10 heures pour sécher les branches et les brindilles
	3 to 8 cm	Prend 100 heures pour sécher les branches
	8 + cm	Prend plus de 1000heures pour sécher branches et bûches

# Support pour l'enseignant

## **Sélection du site: où et quand**

Les mesures sont faites au sein d'une zone homogène avec une surface au sol d'au moins 90 mètres carrés. Voir l'*Etude de la couverture du sol/Biologie* pour aller plus loin dans la discussion du choix du site. Les combustibles sont souvent corrélés avec l'ensemble des plantes du voisinage et la topographie locale. Il est préférable de confiner votre échantillon de combustibles dans une zone qui a une végétation similaire sur l'ensemble du site, avec un aspect, une pente et une élévation homogène. L'aspect est la direction générale de la pente des faces du site. Cette zone homogène est souvent appelée un palier en écologie ou dans les eaux et forêts. Les caractéristiques des paliers peuvent varier sur de très courtes distances, parfois de 3 à 5 mètres. Prenez les mesures sur votre site qui représentent au mieux les conditions du palier basées sur la végétation vivante (composition d'espèces, structure des plantes, taille, densité de la canopée), son histoire (souches, troncs brûlés, cicatrices de feux), les caractéristiques du sol (Chargement du combustible, profondeur de l'humus) et la topographie (pente, aspect, élévation).

Le protocole demande aux étudiants de mesurer la couverture de la canopée. C'est pourquoi le meilleur moment est lorsque les feuilles sont ouvertes.

## **Procédure**

L'échantillonnage est divisé en deux parties. Une série de mesures est faite dans une zone centrale de 30 mètres carrés et une seconde série de mesures détaillées le long d'autres secteurs situés à l'extérieur de la première. Pour les mesures du centre, les étudiants suivront le *protocole d'étude de couverture de site* et le *protocole d'étude biométrique* dans l'*étude de la couverture du sol/ biologie*. De plus les étudiants mesureront la pente, l'aspect, la hauteur moyenne du palier et de la couronne végétale. Le second groupe suivra le *protocole d'étude du combustible des secteurs* pour prendre une série de mesures différente. Les mesures de l'Ecologie des feux peuvent être faites dans tous les types de couverture du sol MUC naturelles

(MUC 0,1, 2, 3, 4, 5, et 6) sauf eaux libres (MUC 7).

Il y a deux versions du guide d'utilisation: une plus descriptive pour la salle de classe et un guide court. Le guide de salle de classe apporte plus d'explications sur la manière de faire les mesures et les étudiants peuvent l'utiliser pour s'entraîner et se familiariser avec la prise de mesures. L'autre version apporte une liste de brèves directives à utiliser sur le site.

On utilisera les directions vraies plutôt que les directions magnétiques du compas. Se référer à *Enquêtes GPS* pour apprendre comment corriger la déviation magnétique de la zone.

Marquer le ruban avec des bâtons colorés ou des drapeaux à 5, 7, 10, 15 et 25 mètres. Ainsi il est facile de se repérer sur la zone lorsque l'on prend des échantillons.

Enfoncer un clou de 8-10 cm pour faire le zéro du ruban, et fixer le ruban avec une ficelle ou un fil de fer. Enfoncer ce clou dans le sol pour indiquer le début d'un secteur. Il doit être assez court pour être retiré de la terre en tirant sur le ruban depuis les 25 mètres, mais suffisamment long pour maintenir le ruban et l'empêcher de bouger à la première brise. Ce clou permet d'échantillonner tout seul. Une fois que la personne a traversé toute la longueur du secteur, elle n'a qu'à tirer légèrement sur le ruban pour retirer le clou du sol et commencer un nouveau secteur.

## **Gestion des étudiants**

Vous pouvez vouloir diviser vos élèves en deux groupes principaux (un pour la zone centrale, et l'autre pour les secteurs) et allouer des responsabilités pour chaque groupe. Il y a des guides séparés et des relevés de données pour le centre et les mesures détaillées des secteurs.

Des binômes ou des trinômes sont recommandés pour l'échantillonnage des secteurs. Si les groupes sont plus grands, les étudiants piétinent plus souvent le lit de combustibles ce qui rend les mesures peu précises. Une seule personne peut réaliser ces mesures mais ça sera difficile de collecter les données le temps qu'il acquière l'expérience et la méthode.

Chaque équipe doit avoir deux goupilles en bois

avec un diamètre différent. La première doit être de 0.5-0.65 cm de diamètre. Elle est utilisée pour déterminer le diamètre de la classe 0 – 1 cm (combustibles de 1 heure). La seconde goupille est de 2.5 cm de diamètre. Afin de mesurer le diamètre de la classe 1 – 3 cm (combustible de 10 heures). Se référer au tableau FF-1.

### **Connections aux autres protocoles**

*Couverture du sol/Biologie:* Pour faire le protocole d'étude de combustible, les étudiants doivent effectuer les protocoles d'échantillonnage de couverture du sol et de biométrie.

#### **Comment compter le combustible**

Les boîtes ci-dessous illustrent une méthode simple pour répertorier la quantité de combustible le long des secteurs. Au lieu de les compter dans votre tête et noter le compte final, utilisez la méthode de comptage des boîtes où vous mettez un point pour chaque combustible compté. Les points vont faire une forme de boîte à quatre côtés. Chaque point compte pour un, ce qui fait un total de quatre (voir ci-dessous).



Maintenant, chaque nouveau combustible compté est une ligne reliant les points. Le total dessiné correspond maintenant à 8 combustibles comptés.



Les deux derniers forment la croix au milieu de la boîte. Chaque diagonale compte pour un.



Chaque boîte complète représente donc 10 combustibles qui ont été comptés dans cette taille de classe.

*Atmosphère:* le potentiel d'incendie est relié aux conditions atmosphériques ainsi qu'aux températures et aux précipitations.

*Phénologie:* la quantité de ce qui est mort et en vie dépend du moment de l'année, particulièrement s'il y a des saisons sèches et pluvieuses marquées, ou chaudes et froides dans votre localité.

### **Conseils utiles**

Mettre les relevés de données complètes dans des sacs plastiques pour les empêcher de se mouiller ou de devenir sales.

### **Questions pour aller plus loin**

Est-ce que le feu est commun dans la zone? Si oui, quels types d'adaptations ont faites les plantes et les animaux en relation avec cet environnement?

A quelle période de l'année les feux se produisent le plus? Pourquoi?

Est ce que certaines couvertures du sol sont plus sensibles au feu?

Après un incendie dans votre région, quels types de plantes repoussent en premier

# Guide de préparation de classe pour les mesures de combustible de la zone centrale.

## **Vue d'ensemble**

Une série de mesures est faite au sein d'une aire de 30 mètres carrés sur un site homogène comme décrit dans *l'enquête de couverture du sol/ de biologie*. Ces mesures décrivent les caractéristiques globales du palier dans son entier. Une seconde série de mesures est prise dans les secteurs autour du centre. Ces mesures à petite échelle vont décrire le chargement en combustible, les arbustes vivants et morts, la couverture herbeuse et la profondeur de la litière et de l'humus.

## **Sur le chantier**

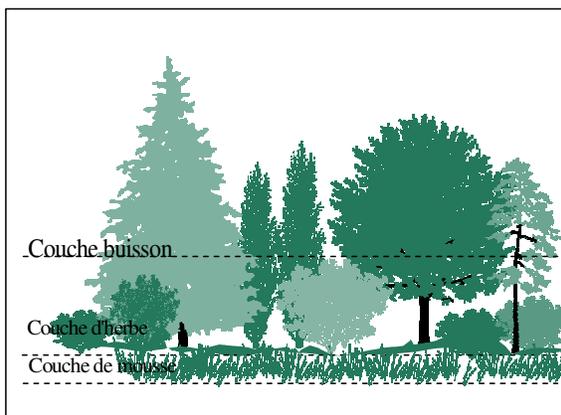
### *La zone centrale de 30 x 30 mètres*

1. Effectuer le protocole d'étude de couverture du sol et les protocoles de biométrie de *l'enquête de couverture du sol/biologique*. Identifier la latitude, longitude et l'élévation du site grâce au GPS, prendre des photos et identifier la classe MUC. Faire la série complète des mesures biométriques: couverture du sol et de la canopée, hauteur des arbres et des buissons, identification des espèces d'arbres et de buissons dominantes et co-dominantes.
2. Mesurer l'aspect du site. L'aspect est la direction générale des pentes des faces du site. Il est mesuré en étant debout perpendiculaire à la pente avec les yeux regardant le sommet de la pente. Mesurer la direction avec le compas (1 – 360 degrés). Prendre garde d'entrer la direction vraie (non la magnétique). Une valeur d'aspect de zéro correspond à un palier plat sans aucune pente. 360 degrés correspond au nord vrai.
3. Travailler avec quelqu'un qui est à peu près de la même taille. Mesurer l'angle de la pente du site en visant le clinomètre dans le sens de la montée 25 mètres en avant. Regarder à travers la paille du clinomètre et localiser les yeux de l'autre élève. Noter l'angle dans le relevé de mesures de combustibles de

secteur. Si vous regarder dans le sens de la descente, tourner autour de clinomètre, localiser les yeux de l'autre étudiant et noter l'angle. Puis regarder vers le sommet de la côte et répéter la procédure. Noter la deuxième valeur de pente.

4. Estimer la hauteur moyenne du palier. C'est la hauteur moyenne de tous les arbres ou buissons qui sont dans la strate dominante. La canopée de la forêt est composée de couches ou strates qui sont définies par la hauteur des arbres ou des buissons qui leur sont associées.

Figure FF-1: Démonstration d'une strate de plante dans la canopée de la forêt

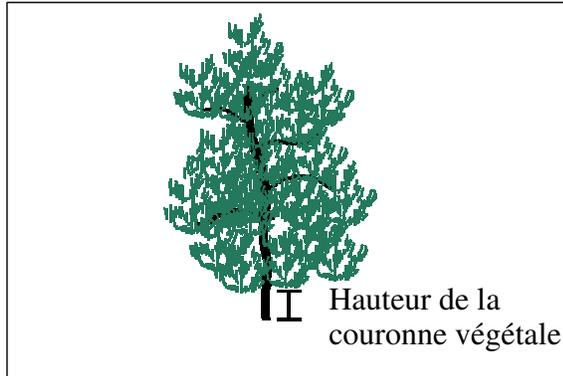


Pour définir une strate, il faut qu'il y ait au moins 10 % de la couverture de la canopée. Parfois la strate dominante est composée d'arbres et de buissons de hauteur variable. Vous pouvez alors l'estimer à l'œil. Pour faire une meilleure estimation, vous pouvez utiliser le clinomètre ou le ruban et faire une mesure sur quelques arbres ou buissons au sein de la strate dominante. Si les arbres ou buissons que vous avez déjà mesurés sont dans la couche dominante, calculer la hauteur moyenne du palier grâce à ces mesures.

5. Estimer la hauteur moyenne de la couronne. C'est la hauteur moyenne de la base de la couronne vivante de la plus petite couche arbres/buissons (i.e du bas de la couronne de la plus basse couche d'arbre/buissons) Ici encore il faut qu'il y ait au moins 10 % de la couverture de la canopée pour pouvoir considérer une strate. Comme la hauteur de la

couronne peut être très variable, il est préférable de mesurer et noter la hauteur de la base de la couronne de tous les arbres/buissons de la couche inférieure et ensuite de calculer la moyenne. Si la couronne est du sol, utiliser le bâton

Figure FF-2: La hauteur de la couronne est la distance entre le sol et les premières branches



mètre ou le ruban flexible pour mesurer la hauteur de couronne. Pour les arbres plus grands, utiliser le clinomètre en suivant la méthode décrite dans *Enquête sur la couverture du sol/ Biologie* Parfois la couronne des arbres/buissons touche le sol, et si il y a plus de 10 % de la couverture des arbres/buissons qui touche effectivement le sol, la hauteur de la base de la couronne à noter dans le *relevé de données des combustibles de la zone centrale* est de zéro.

6. Noter tout commentaire qui relève des données combustibles. Inclure la connaissance de l'histoire du palier (pâturage, feux, activité forestière), les conditions inhabituelles (invasion d'insecte, maladies, alimentation des animaux), et les problèmes d'échantillonnage. (pente trop abrupte). Ecrire une description de la localisation du site. Inclure les estimations des distances et des azimuts des routes, des chemins et des rivières, et noter tout nom de place significatif.

## Mesures détaillées des sections

### Vue d'ensemble

Le nombre de section où sont faites les

mesures va varier de 3 à 7, en fonction du nombre de morceaux de combustibles que vous aller croiser.

Cette méthode de sections utilise une approche plane inventée par van Wagner (1968) et améliorée par Brown (1974). Cette procédure utilise un échantillonnage plan pour compter toutes les intersections avec le combustible en bois abattu (Figure FF-3). Le plan échantillon commence à la surface du sol et s'élève verticalement à 2 mètres au-dessus du sol. Toutes les particules de bois abattu (brindilles et branches) qui passent par ce plan sont comptées. Imaginer une vitre de deux mètres de haut qui part du sol où chaque brindille ou branche que la glace tranche est comptée (Figure FF-3). Placer un ruban flexible le long du sol pour faire la base du plan d'échantillonnage qui s'étend jusqu'à deux mètres au-dessus du sol. Comme souvent le sol n'est pas plat, le haut de votre plan d'échantillonnage va varier avec la topographie de la surface du sol.

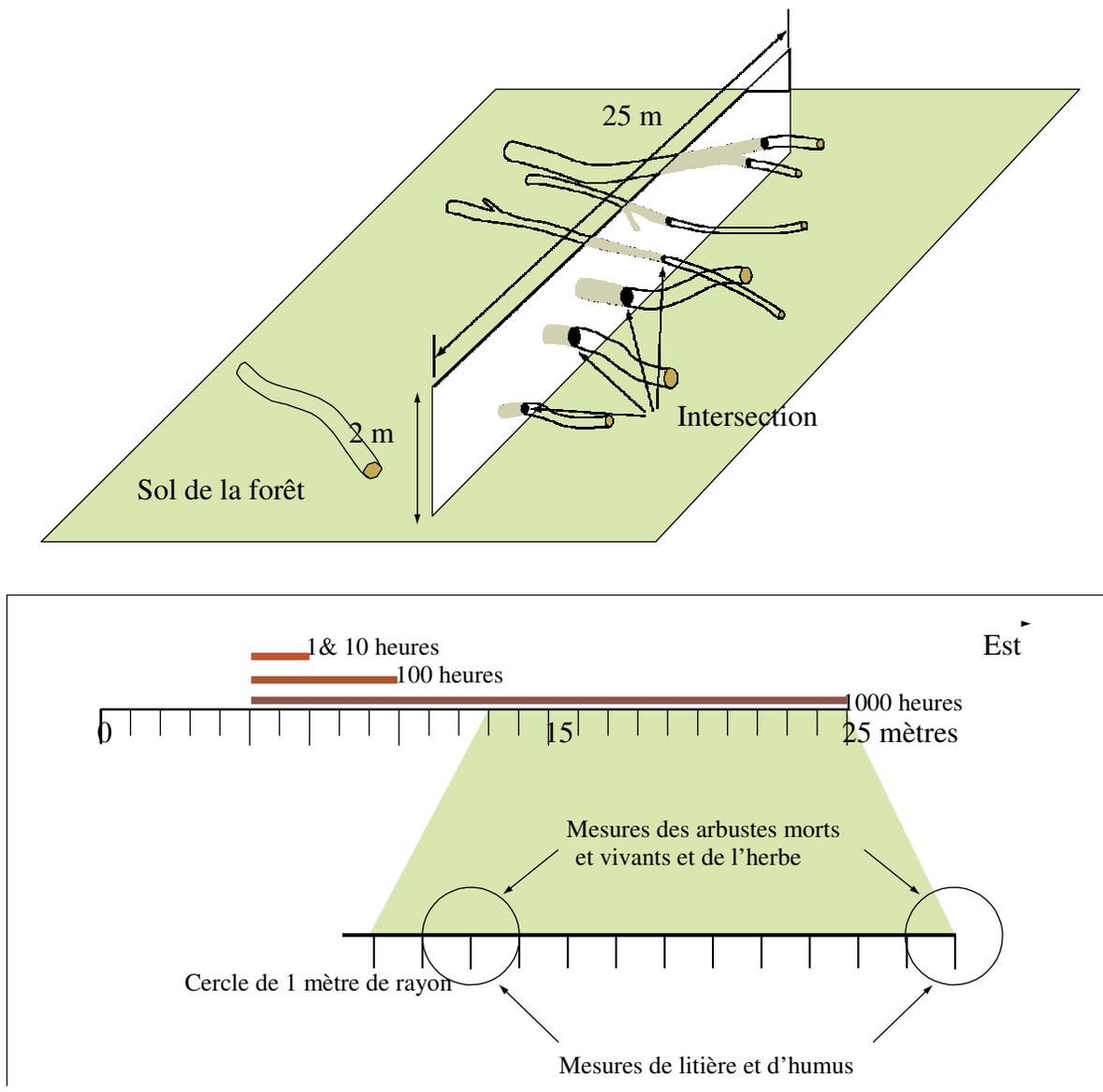
Les bois abattus qui intersectent le plan d'échantillonnage sont classés en quatre catégories de taille: 0 - 1 cm de diamètre, 1 - 3 cm, 3 - 8 cm, et 8+ cm (Table FF-1).

### Sur le terrain

*Partie 1: les mesures prises entre les marques à 5 et 15 mètres le long de la section*

1. Enfoncer le clou représentant le zéro du ruban dans le sol près du drapeau ou du bâton central. Toutes les sections de combustibles font 25 mètres de long, mais les brindilles et les branches qui coupent la section ne seront comptées qu'entre les marques de 5 et 25 mètres. Les 5 premiers mètres sont sautés pour éviter de trop piétiner le lit de combustible près du centre. Le ruban est tendu plein est (90 degrés d'azimut depuis le centre du site). Le ruban ne doit pas être aplani car les combustibles sont estimés le long des distances obliques suivant les pentes et non sur des distances horizontales. Vous pouvez enrouler le bout du ruban (après la marque des 25 mètres) autour d'un arbre ou d'un buisson, ou le fixer légèrement dans le sol avec un autre clou.

Figure FF-3 : Distances et lignes importantes pour les mesures de combustible



Maintenir le ruban aussi tendu et droit que possible. Vous pouvez attacher un autre clou à 30 mètres mais cela empêchera l'enroulement rapide du ruban une fois que vous aurez fini. Faire très attention de ne pas déranger le combustible tout le long du ruban, surtout entre les marques de 5 et 10 mètres. Beaucoup de gens ont tendance à faire des allers-retours le long de la ligne et de shooter dans les morceaux de bois. La figure FF-4 ci-dessous montre où les mesures sont prises le long de chaque section.

- Entre 5 et 7 mètres, compter tous les combustibles qui croisent le plan d'échantillonnage: les brindilles de 0 – 1 cm, 1 - 3 cm , les branches de 3 - 8 cm, et les rondins de 8+ cm.
  - Entre 7 et 10 mètres, compter les 3 – 8 cm et les rondins de 8+ cm.
  - Entre 10 et 25 mètres, ne compter que les rondins de 8+ cm.
2. Travaillez avec un autre étudiant qui est peu près de votre taille. Mettez vous

debout au début de la section. Votre partenaire se tient debout à la marque de 25 mètres. Regardez à travers la paille de clinomètre et localisez les yeux de l'autre élève. Notez l'angle dans le relevé de données des mesures de section. Si vous regardez dans le sens de la descente, tournez autour de clinomètre trouvez les yeux de l'autre étudiant et notez l'angle.

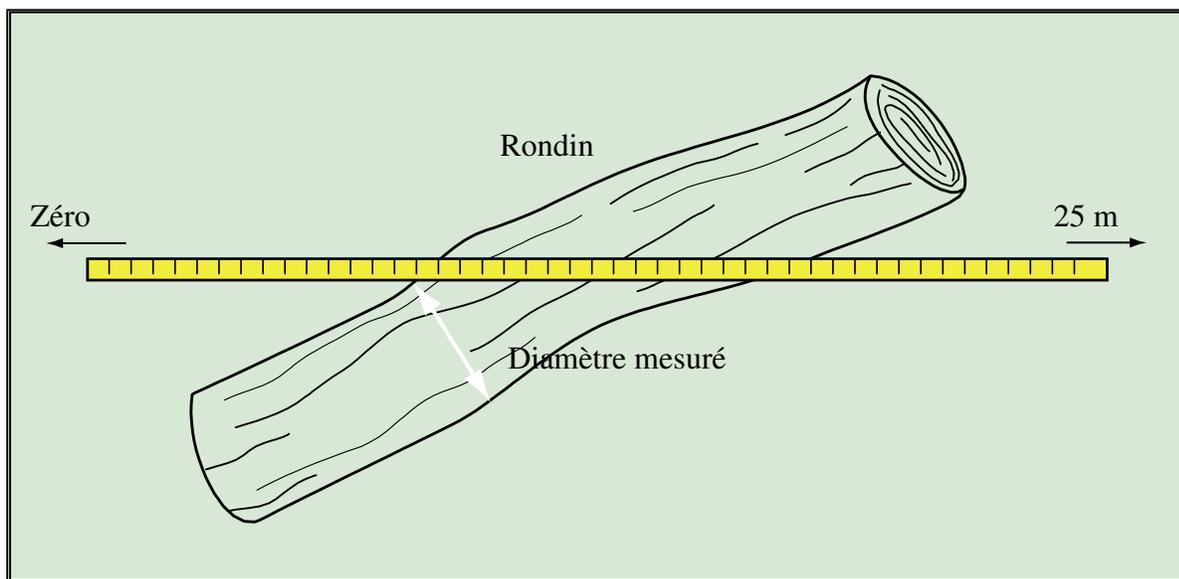
3. Marchez jusqu'à la marque de 5 mètre puis commencez à compter les bois abattus que vous croisez. La figure FF-4 montre la façon d'échantillonner. Mesurer les combustibles est assez facile. Tout ce dont vous avez besoin est de les compter les bois qui croisent le plan d'échantillonnage vertical par classe de taille (voir figure FF-3). Se rappeler que le diamètre du morceau de combustible est pris à l'endroit où la particule croise le plan d'échantillonnage. Utilisez les goupilles de bois pour déterminer le diamètre des morceaux de bois que vous comptez. Utilisez la règle en plastique transparente pour mesurer les rondins de plus de 8 cm. Ne comptez pas les combustibles en dessous de la litière (dans le sous sol), ou si le bois mort est attaché à une plante en vie. Soyez aussi attentif à ne compter que les matériaux en bois. Beaucoup de tiges herbeuses ressemblent à des brindilles

lorsqu'elles sont au sol. Prenez quelques brindilles litigieuses et cassez-les en deux pour vérifier que le centre est bien du bois solide. Soyez aussi sûr de ne pas mesurer les aiguilles le long de la section, notamment les grandes comme celles qui tombent des sapins ou des résineux.

Si vous travaillez par trinôme, chaque personne peut continuer noter les mesures d'une taille de combustible lorsque vous marchez le long de la section. Ainsi toutes les tailles de classe de combustibles, sauf les plus grosses (8 + cm) peuvent être comptées en une fois. Si vous êtes en binôme ou seul parfois ça aide de ne compter qu'un seul type de fuel à la fois, puis de revenir au départ et de recommencer pour une autre classe de taille. C'est très utile surtout si le chargement en combustible est élevé. Prenez garde à ne pas déranger la disposition du combustible.

4. Mesurer le diamètre des rondins de 8 + cm au centimètre près en posant la règle de plastique transparent sur la section du rondin perpendiculaire à l'axe longitudinal à l'endroit où le plan d'échantillonnage vertical croise le rondin. (figure FF-5). Parfois le ruban peut être orienté à peu près parallèle au rondin. Vous prendrez alors le diamètre du rondin où le ruban touche en premier le rondin à partir du point zéro.

Figure FF-5 : Mesure du diamètre d'un rondin le long d'une section



5. Mesurer l'état de décomposition de chaque rondin de 8+ cm de diamètre. Cinq états de décomposition sont répertoriés pour décrire l'état d'avancement du pourrissement de chaque rondin. Ces états sont importants parce que les rondins en décomposition avancée prennent feu difficilement et ne contiennent pas autant de biomasse que les rondins sains. Les classes 1, 2, et 3 sont appelés rondins sains parce que lorsque vous shootez dedans, aucune partie ne se détache. Les classes 4 et 5 sont appelées pourri parce que lorsque vous leur donnez un coup de pied, vous en arrachez une partie. Noter le diamètre du rondin ainsi que sa classe de décomposition dans le relevé de données pour chacun d'entre eux.

- Classe 1: branches récemment tombées à terre où les feuilles sont encore attachées aux tiges du rondin, qui est encore vert (Contient de la sève fraîche)

- Classe 2: les rondins n'ont plus de feuilles mais encore leur écorce et la majorité de leurs branchages et de leurs tiges. Le bois a un cœur sec et il n'y a pas de trace de sève fraîche ou de tissu vivant.

- Classe 3: Les rondins n'ont plus d'écorce et ont perdu la majorité de leurs branches. Ils sont typiquement gris et mais pas encore pourris au centre.

- Classe 4: les rondins sont encore à peu près intacts et lorsque vous shootez de dans seules de petits morceaux se détachent. Mesurer le diamètre avant de donner le coup. Souvent l'intérieur du rondin a pourri et la seule partie encore saine du bois est sa surface.

- Classe 5: rondins complètement pourris qui partent en morceaux lorsque vous shootez dedans. Parfois un rondin de classe cinq est tellement décomposé qu'il se confond avec la litière et l'humus. Ne mesurez pas le diamètre de cette classe parce qu'ils se comportent plus comme l'humus que comme des rondins lorsqu'ils brûlent. Pour savoir s'il faut le mesurer ou pas, estimez si le rondin a déjà perdu la moitié de son diamètre original, à l'endroit où il

croise le ruban. Si le diamètre pourri est moins de deux fois plus petit que l'original, ne considérez pas ce rondin et passez au suivant.

**Note:** Ne pas mesurer:

- Les branches mortes accrochées aux arbres ou arbustes morts ou vivants.
- Les racines car elles brûlent rarement lors des incendies en terrain sauvage.
- Les bouts de bois qui intersectent le plan d'échantillonnage au-delà de 2 mètres de haut. En particulier tous les troncs ou branches mortes qui pendent au-dessus du plan d'échantillonnage. Si un tronc d'arbre pend en dessous des 2 mètres, alors notez-le comme un bois tombé à terre à partir du moment où il est complètement mort.

6. Après avoir collecté les données entre les marques à 5 et 7 mètres, marchez jusqu'au 10 mètres. Comptez les rondins de 3 – 8 cm et 8+ cm de diamètre. Mesurez leur diamètre et identifiez la classe de décomposition de ceux de 8+ cm .

7. Marchez jusqu'au 15 mètres. Comptez les rondins de plus de 8 cm. Mesurez leur diamètre et identifiez leur classe de décomposition.

Classe de couverture	Pourcentage
01	Moins de 1 %
03	1 à 5%
10	5 à 15%
20	15 à 25%
30	25 à 35%
40	35 à 45%
50	45 à 55%
60	55 à 65%
70	65 à 75%
80	75 à 85%
90	85 à 95%
99	95 à 100%

Tableau FF-2 : Classes de couverture

## Partie 2: Mesures faites à 15 mètres

8. A 15 mètres, estimez la profondeur de l'humus, la couverture et la hauteur des arbustes morts et vivants ainsi que des plantes herbacées. La couverture est estimée au sein d'un cercle d'un mètre de rayon. Le centre est au niveau de la marque. Voici ce que vous devez faire :

D'abord, estimez la projection verticale de la couverture des arbustes en vie dans le cercle de 1 mètre de rayon. Les arbustes sont ces plantes qui ont des tiges en bois, notamment la vigne vierge et autres espèces rampantes, ainsi que les jeunes petits arbres (appelés régénération de l'arbre). Vérifiez que les plantes ont bien des tiges en bois. Utilisez les classes de couvertures du tableau FF-2.

Deux points dans ce cercle sont déjà faits pour vous au niveau des 14 et 16 mètres. Cependant vous devrez estimer à l'œil le rayon du cercle perpendiculaire au ruban. Une bonne méthode est de se tenir debout directement au-dessus de la marque des 15 mètres et d'étendre vos bras sur les côtés. Prenez garde à mesurer l'étendue de vos bras et d'ajuster en conséquence. Confinez vos estimations de couverture pour les arbustes en vie et la régénération d'arbre dans la limite des deux mètres de hauteur.

- a. Maintenant examinez les arbustes et la régénération d'arbres de plus près. Notez les matériaux morts attachés aux arbustes et les petits arbres. Ceci inclus les feuilles mortes, les branches, les fleurs... Essayez d'estimer la couverture de ces parties mortes avec le même tableau des classes. Ne comptez pas les branches des arbustes qui sont détachées sur le sol.
- b. Estimez la hauteur moyenne des arbustes en vie au sein du cercle. Trouvez la couche d'arbuste qui a la couverture de la canopée la plus importante (plus que 50 %) et mesurez sa hauteur verticale à partir du haut de la litière jusqu'à la hauteur de la couche dominante. La hauteur des arbustes peut être assez variable. Une manière rapide pour l'estimer est de mesurer précisément la hauteur de votre

cheville, genou et de votre taille. Ainsi vous pouvez utiliser ces mesures comme un étalon pour estimer la hauteur des plantes. Une meilleure façon est d'utiliser un mètre bâton. Ne noter que les hauteurs de plus de 5 cm.

- c. Ensuite regardez autour de votre cercle et estimez le pourcentage de couverture des plantes herbacées au sol en utilisant le tableau de classe FF-2. Ceci inclus toutes les herbes, mousses, lichen, fougères en dessous de la limite de 2 mètres de hauteur.
  - d. Puis estimez le pourcentage de la couverture du sol des plantes herbacées mortes en utilisant les mêmes classes.
  - e. Estimez la hauteur de la couche des herbes vivantes en utilisant le mètre bâton.
  - f. Estimez la hauteur de la couche d'herbe morte en utilisant le mètre bâton.
9. Toujours au 15 mètres vous allez mesurer la profondeur de la litière et de l'humus. La litière et l'humus brûlent différemment, et les deux sont requis pour prédire précisément la consommation du feu. La litière est généralement consommée par les flammes alors que l'humus est détruit par combustion souterraine. La litière est composée de feuilles fraîchement déposées, des aiguilles, et d'autres parties de plantes tandis que l'humus est constitué de déchets organiques en décomposition. Les parties de plantes peuvent être identifiées dans la litière, mais c'est très difficile dans l'humus. L'humus est généralement moite, lourd, dense et sombre. La litière est plus sèche, moins dense et plus claire. Il est parfois difficile de voir où s'arrête la litière et où commence l'humus. Faites de votre mieux. La profondeur de la litière et de l'humus est faite à 15 mètres, approximativement à 20 cm à droite de la section en regardant vers la fin du ruban (i.e., la partie sud du ruban sur la première section). S'il y a un arbre, un tronc un rocher ou une souche faites la mesure à 20 cm à gauche de la section. S'il n'y a toujours pas d'endroit disponible, cherchez

en un aussi près que possible des vingt centimètres qui paraît représentative des caractéristiques de l'humus et de la litière qu'il y a dans le cercle de un mètre de rayon. N'allez pas plus loin que 30 cm au-delà de la marque des 15 mètres de part et d'autres du ruban. S'il n'y a aucun endroit possible, notez zéro pour la mesure de la profondeur totale de l'humus et de la litière et de la profondeur de l'humus dans le *relevé de mesure de combustible de section*. Les profondeurs de la litière et l'humus seront très variables sur un palier, donc préparez vous à un large éventail de valeurs. Elles augmentent généralement près des arbres, tout particulièrement près des souches d'arbres où les aiguilles s'accumulent. Faites attention de bien creuser jusqu'à la surface du sol minéral parce que parfois la couche de litière et d'humus est si profonde qu'il est difficile de dire si vous avez atteint la surface minérale ou non. C'est particulièrement vrai lorsque la mesure doit être faite pile à l'endroit où un tronc a été décomposé pour former une couche qui ressemble à une profonde couche d'humus. Si vous n'êtes pas sûr, essayez de creuser un trou pour faire un test juste sous le ruban (vers le zéro) pour vous faire une idée de l'aspect du sol minéral et les indications qui montrent où il commence.

- a. Utilisez la truelle de jardin pour creuser la litière et l'humus jusqu'au sol minéral.
- b. Retirez un côté de la couche coupée pour visualiser le profil litière/humus.
- c. Placez la règle transparente contre le profil avec le zéro en bas de celui-ci. Mesurez la profondeur entière du profil. Notez la mesure dans le *relevé de données de combustible de section*.
- d. Puis faites glisser votre doigt sur la règle jusqu'à ce qu'il touché le haut de la couche d'humus. Saisissez fermement la règle sans bouger votre doigt et ramenez la au niveau de votre visage pour pouvoir lire la graduation en centimètre au niveau de votre doigt. Notez la profondeur de l'humus.

### **Partie 3: Mesures prises entre 15 et 25 mètres.**

10. Marchez jusqu'au 25 mètres.

Comptez tous les rondins de plus de 8 cm de diamètre qui coupent la section sur une hauteur de 2 mètres. Mesurez le diamètre et identifiez la classe de décomposition pour chacun d'eux...

### **Partie 4: Mesures prises à 25 mètres**

11. A la marque des 25 mètres, répétez les étapes 8 et 9.

Après avoir été à la marque des 25 mètres et mesuré la pente de la section, comptabilisé tous les bois qui coupent la section, estimé la couverture et la hauteur des arbustes et des herbes morts et vivants, et mesuré la profondeur totale litière/humus et celle de l'humus seul à 15 et 25 mètres, la section est terminée. Vous pouvez prendre le ruban et le secouer pour faire sortir le clou au niveau du zéro de la section. Ne faites pas attention si vous dérangez le lit de combustible au bout du ruban car la prochaine section décalée de 60 degrés par rapport à celle-ci commencera aussi à 5 mètre de la marque initiale. Vérifiez toujours que vous avez bien noté toutes les données pour la section dans le *relevé de données de combustible de section* avant de dégager le clou. La pente de la section est presque toujours la mesure que les étudiants oublient. Assurez-vous bien qu'elle soit notée dans le relevé.

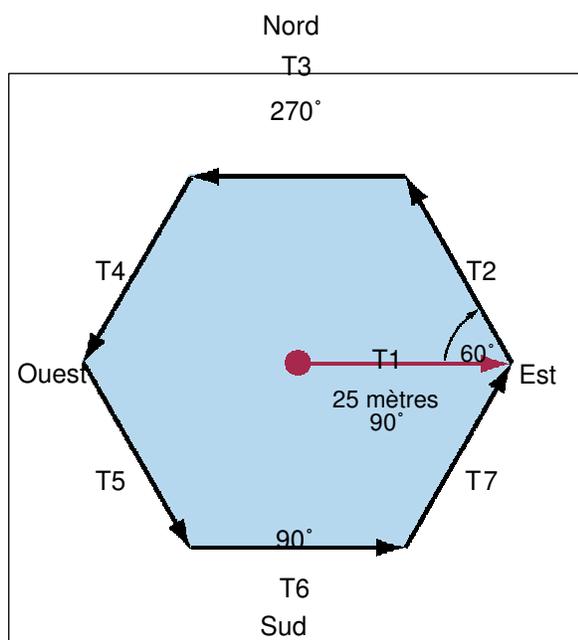
### **Partie 5: Répétez les mesures le long de la prochaine section**

12. La prochaine section (section numéro 2 sur le relevé) fait un angle de 60 degrés avec la première, à un azimut de 330° (Figure FF-6). Répétez les étapes 1 à 11. Un azimut de 270° est utilisé pour la troisième section. Répétez les étapes 1 à 11. Après avoir mesuré le combustible sur les trois premières sections, si vous avez moins de 100 intersections pour tous les types de bois (0 – 1 cm, 1 – 3 cm, 3 – 8 cm, et 8+ cm), alors prenez une nouvelle section dans l'ordre et la direction indiquée sur la figure FF-6 en allant dans le sens inverse des aiguilles d'une montre autour du centre. Arrêtez de prendre des mesures après la centième, toutes classes confondues. Toutefois, même si vous avez atteint ce nombre au cours d'une section, si elle a été commencée, elle doit être

terminée. Faites les mesures sur au moins trois sections pour en avoir cent toutes classes confondues, mais ne prenez pas

plus que 7 sections. Si vous n'en n'avez toujours pas 100 au bout de la septième, arrêtez vous à la fin de celle-ci.

Figure FF-6: Direction et Distance pour chaque section de combustible établie dans un palier



## Questions fréquentes



### 1. Pourquoi faut-il mesurer à la fois les herbes mortes et vivantes?

La distinction entre l'herbe morte et vivante est arbitraire car elle est très dépendante de la phénologie et de la saison d'échantillonnage. Après tout, la plupart des espèces herbacées vont peut être mourrir à la fin de la saison de croissance, alors pourquoi les distinguer ? Ceci est fait pour référencer les conditions phénologiques de votre site. Comme vous avez inscrit la date, ces données vont aider les chercheurs à faire des modèles de risque d'incendie en fonction des prévisions de la phénologie du matériel herbeux tout au long de l'année.

### 2. Si c'est difficile de distinguer la litière et l'humus, pourquoi le fait on?

La litière et l'humus brûlent différemment. La litière est généralement consumée par les flammes alors que l'humus est détruit par combustion souterraine. C'est parce que les taux d'humidité et des types de matériaux de ce qui peut brûler sont différents.

### Erreurs de mesures acceptables

Combustibles 1, 10, heures	$\pm 3$ intersections de 100 intersections
100, 1000 heures	$\pm 1$ intersections de 100 intersections
Diamètre des rondins	$\pm 2$ cm
Classe de décomposition	$\pm 1$ classe
Couverture herbeuse morte et vivante	$\pm 5$ pourcent
Couverture d'arbuste mort, vivant	$\pm 5$ pourcent
Profondeur litière et humus	$\pm 0.5$ cm
Part de litière qui est humus	$\pm 5$ pourcent
Hauteur de couronne	$\pm 0.1$ mètre < 2 mètres de haut, $\pm 0.5$ mètre > 2 mètres
Hauteur du palier	$\pm 2$ mètres > 15 mètres de haut, $\pm 0.1$ mètre < 15 mètres
Fermeture de la canopée	$\pm 5$ pourcent
Coordonnées GPS	$\pm 0.001$ degrés, $\pm 10$ mètres coordonnées UTM
Pente	$\pm 3$ pourcent
Aspect	$\pm 5$ degrés
Elevation	$\pm 30$ mètres

**3. Nous avons une couverture herbeuse homogène mais le bois n'est pas réparti régulièrement sur le site. Que faire ?**

Prenez un endroit qui représente au mieux les conditions du palier, au niveau de la végétation (composition d'espèce, structure des plantes, taille des plantes, fermeture de la canopée), de l'histoire du palier (souches, bois brûlés, cicatrices du feu), du sol (chargement en combustible, profondeur de l'humus) et le plus important, au niveau de la topographie (pente, aspect, élévation). S'il y a une grande variabilité, vous pouvez échantillonner plusieurs spots sur le palier pour pouvoir prendre en compte toutes les variations.

**4. Quelle est la meilleure manière**

**d'estimer la hauteur moyenne de la strate dominante et de la base de la couronne de la strate la plus basse?**

Si la hauteur des arbres ou les arbustes que vous avez mesurés pour la canopée sont dans la strate dominante, alors vous pouvez prendre ces mesures et les moyenniser. Sinon vous pouvez soit estimer la hauteur moyenne en observant votre site sans aucune mesure, ou prendre des mesures supplémentaires de hauteur d'arbres ou d'arbuste pour calculer une moyenne. Prenez suffisamment de mesures pour pouvoir avoir confiance dans l'estimation de la hauteur de la strate dominante et de la base de la couronne de la strate la plus basse.

# Protocole d'étude du combustible: Mesures du spot central

## Guide de terrain

### **But**

Décrire les caractéristiques générales du combustible du site en se servant du *site d'échantillonnage de la couverture du sol* et des *protocoles de biométrie* dans les *investigations de couverture du sol/biométrie*, ainsi qu'en mesurant la pente, l'aspect, les moyennes du palier et la hauteur de couronne.

### **Ce qu'il faut**

- ◆ *Relevé de données du combustible du spot central*
- ◆ *Relevé de données du GPS*
- ◆ *Guide du combustible du spot central*
- ◆ *Guide de terrain MUC or Glossaire MUC*
- ◆ *Relevés de données et Guides de terrain pour le site d'échantillonnage de couverture du sol et protocoles de biométrie dans le Enquêtes de couverture du sol/biométrie*
- ◆ Récepteur GPS
- ◆ Pieux en bois ou drapeaux
- ◆ Ruban de mesure flexible, d'au moins trente mètres
- ◆ Boussole
- ◆ Inclinomètre
- ◆ Guides d'arbres
- ◆ Mètre en bâton
- ◆ Bloc-notes
- ◆ Stylos ou crayons
- ◆ Drapeaux colorés (option)
- ◆ Appareil photo

### **Sur le terrain**

1. Faites le Site d'échantillonnage de la couverture du sol et les Protocoles Biométriques dans les Enquêtes de couvertures du sol/Biométrie. Identifiez la latitude, longitude, l'altitude grâce au GPS, prenez des photos et identifiez la classe MUC. Faites toute la série des mesures biométriques : couverture du sol et de la canopée, hauteurs des arbres et des arbustes, identifications des espèces dominantes et co-dominantes.
2. Mesurer l'aspect du site. Se tenir debout perpendiculairement à la pente avec les yeux regardant vers le sommet. Mesurer la direction de la pente avec la boussole (1-360 degrés). Entrer les directions par rapport au nord vrai. Un aspect de zéro correspond à un palier plat avec aucune pente. 360 degrés correspond au nord vrai.
3. Travailler avec un autre étudiant qui fait à peu près la même taille. Mesurer l'angle de la pente en visant avec le clinomètre vers le haut de la pente 25 mètres en avant. Regarder à travers la paille de clinomètre et localiser les yeux de

l'autre étudiant. Noter l'angle dans le *relevé de données du combustible du spot central*. Si vous regardez vers le bas de la pente, tournerle clinomètre, localiser les yeux de l'autre étudiant et noter l'angle. Puis regarder vers le haut de la pente et répéter l'opération. Noter la deuxième valeur de la pente.

4. Estimer la hauteur des arbres ou des arbustes de plus de 2 mètres dans la strate dominante. Pour pouvoir considérer une strate d'arbre ou d'arbuste, il doit y avoir au moins 10% de la couverture de la canopée.
5. Mesurer la hauteur de la base des couronnes d'arbres ou d'arbustes dans la strate la plus basse. Les arbres ou arbustes doivent faire plus de 2 mètres de haut. Calculer la hauteur moyenne.
6. Noter tous les commentaires qui peuvent être utiles sur les données de combustibles.

# Protocole d'étude du combustible :

## Mesures de section

### Guide de terrain

#### **But**

De multiples mesures vont être prises:

1. Pentes des sections individuelles
2. Comptage des différentes tailles de bois abattus
3. Diamètres et classes de décomposition des rondins de plus de 8 cm
4. Couverture de la canopée et hauteurs des arbustes de moins de 2 mètres de haut
5. Couverture herbeuse
6. Profondeur de la litière et de l'humus

#### **Ce qu'il faut**

- ◆ Relevé de données des mesures de combustible des sections
- ◆ Piquets de bois
- ◆ Mètre ruban flexible d'au moins trente mètres
- ◆ Boussole
- ◆ Inclinomètre
- ◆ Cheville en bois de 0.5-0.65 cm
- ◆ Cheville en bois de 2.5 mètres
- ◆ 2 règles transparentes graduées en mm
- ◆ Mètre en bâton
- ◆ Truelle de jardin
- ◆ Bloc-notes
- ◆ Stylos ou crayons
- ◆ Ruban coloré ou drapeaux (option)

#### **Sur le terrain**

##### *Partie 1: Mesures prises entre 5 et 15 mètres le long d'une section*

1. Depuis le centre du site, tirer un mètre ruban flexible plein Est (90°) sur 30 mètres. Maintenir le ruban de mesure aussi tendu et droit que possible.
2. Si ça n'a pas déjà été fait, marquer 5, 7, 10, 15 et 20 mètres avec des rubans de couleur ou des drapeaux.
3. Utiliser le clinomètre pour mesurer la pente de la section. Prendre deux étudiants d'approximativement la même taille. Un étudiant se tient debout au début de la section avec le clinomètre tandis que l'autre marche 25 mètres le long de la section. Puis l'étudiant avec le

- clinomètre vise les yeux de l'autre étudiant et note l'angle correspondant.
4. En partant des 5 mètres, marcher jusqu'au 7 mètres. Compter les particules de combustibles de 0-1 cm, 1-3 cm, 3-8 cm, et 8+ cm qui coupent le plan d'échantillonnage de la section entre les marques à 5 et 7 mètres. Le plan d'échantillonnage commence au niveau du sol et s'étend jusqu'à deux mètres à la verticale du sol. Le diamètre des particules de combustible est déterminé à l'endroit exact où celle-ci croise le plan d'échantillonnage. Utiliser les chevilles de 0.5-0.65 cm et de 2.5cm et la règle pour estimer les catégories de taille. 5. Utiliser la règle pour mesurer le diamètre du combustible en bois tombé par terre avec des diamètres plus grands que 8 cm. Mesurer le diamètre à l'endroit où il croise le plan d'échantillonnage et perpendiculairement à l'axe longitudinal du rondin. Noter la classe de décomposition de chaque rondin.
  6. Continuer de marcher jusqu'à 10 mètres. Compter toutes les particules de combustibles à terre de 3-8 cm et 8+ cm. Utiliser la règle pour mesurer le diamètre du combustible boisé tombé au sol qui a un diamètre de plus de 8 cm. Noter la classe de décomposition des rondins pour tous ceux de plus de 8 cm de diamètre.
  7. Continuer de marcher jusqu'à 15 mètres. Ne compter que les particules de combustibles à terre de plus de 8 cm de diamètre. Mesurer le diamètre et noter la classe de décomposition pour chacune d'entre elles. *Partie 2: Mesures à 15 mètres*

### *Partie 2 : Mesures prises au niveau de la marque des 15 mètres*

8. Au niveau de la marque des 15 mètres, estimer la couverture de la canopée des buissons de moins de 2 mètres de haut dans un cercle de 1 mètre de diamètre. S'assurer que les plantes ont des tiges en bois. Utiliser les classes de couvertures du tableau FF-2.
9. Utiliser le mètre en bâton pour estimer la hauteur moyenne des buissons vivants. Arrondir à la dizaine de centimètres près.
10. Estimer la couverture des parties mortes des buissons de moins de 2 mètres de haut dans un cercle de 1 mètre de diamètre. Ne pas tenir compte des branches d'arbustes qui ne sont pas attachées et qui sont sur le sol. Utiliser les classes de couvertures du tableau FF-2.
11. Utiliser le mètre en bâton pour estimer la hauteur de la couche d'arbustes morts. Arrondir à la dizaine de centimètres près.
12. Estimer le pourcentage de la couverture herbeuse vivante dans le cercle. Utiliser les classes de couvertures du tableau FF-2.
13. Estimer la hauteur de la couche herbeuse vivante.
14. Estimer le pourcentage de la couverture herbeuse morte dans le cercle. Utiliser les classes de couvertures du tableau FF-2.
15. Estimer la hauteur de la couche herbeuse morte.
16. Entre 20 et 30 cm sur la droite (en regardant vers la fin de la section), utiliser la truelle de jardin pour atteindre le sol minéral à travers la litière et l'humus. Essayer de ne pas comprimer la litière et l'humus. Placer le mètre avec le 0 au niveau du sol minéral. Mesurer l'épaisseur totale de la couche litière/humus avec la règle. S'il n'y a aucun endroit apte pour la mesure de la litière et de l'humus noter '()' pour la profondeur de la litière et de l'humus sur le relevé de données.
17. Mesurer l'épaisseur de la couche de l'humus.

### *Partie 3: Mesures entre 15 et 25 mètres*

18. Marcher jusqu'au 25 mètres. Compter les combustibles en bois à terre de plus de 8 cm de diamètre. Mesurer le diamètre et noter l'état de

décomposition pour chaque rondin.

**Partie 4: Mesures prises au niveau de la marque des 25 mètres**

19. Répéter les étapes 8-17 au niveau de la marque des 25 mètres. Ce sont les mêmes types mesures que celles prises à 15 mètres.

**Partie 5: Répéter les mesures le long de la section suivante**

20. A la fin de la section, pointer la boussole dans la direction à 330°. Étendre le ruban de mesure flexible dans cette direction sur 30 mètres. Maintenir le ruban aussi droit et tendu que possible.

21. Répéter les étapes 2-19.

22. A la fin de cette section, pointer la boussole dans la direction à 210°. Étendre le ruban de mesure flexible dans cette direction sur 30 mètres. Le maintenir aussi droit et tendu que possible.

23. Répéter les étapes 2-19.

24. Il faut au moins un total de 100 particules de combustibles toutes classes confondues. Si ce chiffre n'est pas atteint, étendre à nouveau le mètre ruban flexible dans la direction à 150°, et répéter les étapes 2-19. Les mesures peuvent être effectuées sur un total de 7 sections, comme le montre la figure 3.

**Références**

Brown, J.K. 1971. *A planar intersect method for sampling fuel volume and surface area*. Forest Science 17(1):96-102.

Brown, J.K. 1974. *Handbook for inventorying downed woody material*. USDA Forest Service General Technical Report INT-16. 22 pages.

Brown, J.K. and P.J. Roussopoulos. 1974. *Eliminating biases in the planar intersect method for estimating volumes of small fuels*. Forest Science 20(4):350-356.

Van Wagner, C.E. 1968. *The line intersect method in forest fuel sampling*. Forest Science 14(1):20-31.

# Glossaire

## **Arborescent**

Plantes vivant sur ou dans les arbres

## **Aspect**

La direction générale de la pente descendante du sol

## **Biocénose**

Toutes les espèces vivantes au sein d'un écosystème.

## **Biomasse**

Matériaux organiques biologiques dérivés au sein d'un écosystème. La biomasse peut être vivante (biomasse verte) et morte (necromasse)

## **Combustibles en bois abattus**

Combustibles de bois morts trouvés au sol. Les combustibles morts ne produisent plus de bois ou ne possède plus de circulation d'eau. Ainsi leur taux d'humidité est plus étroitement lié aux conditions atmosphériques. Ce sont les plus importants pour la propagation des feux sauvages et les plus influents pour les effets ultérieurs du feu.

## **Sévérité du feu**

Un terme quantifiant les effets du feu. La sévérité est le dommage de la chaleur du feu sur les organismes vivants sur et sous la terre.

## **Propagation du feu**

La rapidité avec laquelle le feu se déplace

## **Ha**

Abréviation pour hectare, soit 10 000 mètres carrés.

## **Combustible vivant**

Ce sont les plantes vivantes qui extraient de l'eau du sol.

## **Litière**

Composée de feuilles fraîchement tombée, des aiguilles et d'autres parties des plantes. Les parties des plantes sont tout de suite identifiables dans la litière.

## **Chargement**

Le poids ou la masse du combustible mort ou vivant par unité de surface ( $\text{kg.m}^{-2}$ )

## **Phénologie**

Etude des cycles biologiques récurrents et de leur relation avec le climat

## **Palier**

Zone à végétation homogène et où les conditions du combustible découlent habituellement du type de végétation dominante

## **Humus**

Composé de matériaux organique en

décomposition. L'humus est généralement moite, lourd, dense et sombre

## **Effets du feu**

Les dommages ou l'influence du feu sur la biocénose.

## **Intensité du feu**

La hauteur des flammes

# Protocole d'étude de combustible

## Relevé de données de la zone centrale

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Nom de l'encadrant: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_ Nom du site d'étude (donner un nom unique au site): \_\_\_\_\_

Aspect: \_\_\_\_\_ degrés Nord vrai (entrer 0 s'il n'y a pas de pente)

Pente générale du palier: vers les hauts \_\_\_\_\_ degrés de pente ; vers les bas \_\_\_\_\_ degrés de pente

### *Hauteur des arbres ou arbustes dans la strate dominante :*

Arbre ou Arbuste	Hauteur (m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Hauteur moyenne de la strate dominante = (somme des hauteurs) ÷ (nombre total d'arbres et d'arbuste)

Hauteur moyenne: \_\_\_\_\_

### *Hauteurs de la base de la couronne dans la strate la plus basse:*

Arbres ou arbustes	Hauteur (m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Hauteur moyenne de la base de la couronne = (somme des hauteurs) ÷ (nombre total d'arbres ou d'arbustes)

Hauteur moyenne: \_\_\_\_\_

Commentaires: \_\_\_\_\_

# Protocole d'étude de combustible

## Relevé de mesures des sections

Nom d'école: \_\_\_\_\_

Nom de l'encadrant: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_ Nom du site d'étude (donner un nom unique): \_\_\_\_\_

Nombre de sections: \_\_\_\_\_

### *Comptage du combustible en bois*

	<b>Section 1</b>	<b>Section 2</b>	<b>Section 3</b>	<b>Section 4</b>
Direction de section (Nord vrai)	90°	330°	270°	210°

Pente de section  
(degrés)

0-1 cm de diamètres  
(5-7 m)

1-3 cm de diamètre  
(5-10 m)

3-8 cm de diamètre  
(5-25 m)

	<b>Section 5</b>	<b>Section 6</b>	<b>Section 7</b>
Direction de section (Nord vrai)	150°	90°	30°

Pente de section  
(degrés)

0-1 cm de diamètre  
(5-7 m)

1-3 cm de diamètre  
(5-10 m)

3-8 cm de diamètre  
(5-25 m)

**Classes de décomposition des rondins de plus de 8cm de diamètre (entre 5-25 m le long de la section)**

CD = Classe de décomposition

<b>Rondin</b>	<b>Section 1</b>	<b>Section 2</b>	<b>Section 3</b>	<b>Section 4</b>
Azimut (Nord vrai)	90°	330°	270°	210°
	Diamètre (cm)/ CD	Diamètre (cm)/ CD	Diamètre (cm)/ CD	Diamètre (cm)/ CD
1	/	/	/	/
2	/	/	/	/
3	/	/	/	/
4	/	/	/	/
5	/	/	/	/
6	/	/	/	/
7	/	/	/	/
8	/	/	/	/
9	/	/	/	/
10	/	/	/	/

<b>Rondin</b>	<b>Section 5</b>	<b>Section 6</b>	<b>Section 7</b>
Azimut (Nord vrai)	150°	90°	30°
	Diamètre (cm)/ CD	Diamètre (cm)/ CD	Diamètre (cm)/ CD
1	/	/	/
2	/	/	/
3	/	/	/
4	/	/	/
5	/	/	/
6	/	/	/
7	/	/	/
8	/	/	/
9	/	/	/
10	/	/	/

**CD-Classe de décomposition**

- 1 = saint, aiguilles intactes (vertes ou brunes)
- 2 = saint, écorce et branches présentes
- 3 = saint, écorce partiellement intacte, branches parties
- 4 = pourri, sans branches et sans écorce
- 5 = pourri, plus de la moitié du diamètre du rondin sous la surface du sol

**Récapitulatif des rondins de plus de 8 cm**

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4	Section 5	Section 6	Section 7
Total 8+ cm							
Total rondins de classe 1							
Total rondins de classe 2							
Total rondins de classe 3							
Total rondins de classe 4							
Total rondins de classe 5							

**Arbustes – Couverture morte et vivante et estimations de hauteur à 15 et 25 mètres**

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
Azimut (Nord vrai)	90°	330°	270°	210°
	Vivant / Mort	Vivant / Mort	Vivant / Mort	Vivant / Mort
Classe de la couverture de la canopée à 15 m	/	/	/	/
Hauteur à 15 m (cm)	/	/	/	/
Classe de la couverture de la canopée à 25 m	/	/	/	/
Hauteur à 25 m (cm)	/	/	/	/
	Section 5	Section 6	Section 7	
Azimut (Nord vrai)	150°	90°	30°	
	Vivant / Mort	Vivant / Mort	Vivant / Mort	
Classe de la couverture de la canopée à 15 m	/	/	/	
Hauteur à 15 m(cm)	/	/	/	
Classe de la couverture de la canopée à 25 m	/	/	/	
Hauteur à 25 m (cm)	/	/	/	

Tableau FF-2: Classes de couverture

Classe de couverture	Pourcentage
01	Moins de 1 %
03	1 à 5%
10	5 à 15%
20	15 à 25%
30	25 à 35%
40	35 à 45%
50	45 à 55%
60	55 à 65%
70	65 à 75%
80	75 à 85%
90	85 à 95%
99	95 à 100%

*Herbeux – Couverture morte et vivante et estimations de hauteurs à 15 et 20 mètres*

	Section 1	Section 2	Section 3	Section 4
Azimut (Nord vrai)	90°	330°	270°	210°
	Vivant / Mort	Vivant / Mort	Vivant / Mort	Vivant / Mort
Classe de la couverture de la canopée à 15 m	/	/	/	/
Hauteur à 15 m (cm)	/	/	/	/
Classe de la couverture de la canopée à 25 m	/	/	/	/
Hauteur à 25 m (cm)	/	/	/	/

	Section 5	Section 6	Section 7
Azimut (Nord vrai)	150°	90°	30°
	Vivant / Mort	Vivant / Mort	Vivant / Mort
Classe de la couverture de la canopée à 15 m	/	/	/
Hauteur à 15 m(cm)	/	/	/
Classe de la couverture de la canopée à 25 m	/	/	/
Hauteur à 25 m (cm)	/	/	/

Protocole d'étude du combustible: Relevé de données des mesures de section – Page 5  
 Humus et litière – Mesures de profondeur en centimètres à 15 et 25 mètres

	<b>Section 1</b>	<b>Section 2</b>	<b>Section 3</b>	<b>Section 4</b>
Azimut (Nord vrai)	90°	330°	270°	210°
	Profondeur totale /Profondeur humus			
A 15 m (cm)	/	/	/	/
A 25 m (cm)	/	/	/	/

	<b>Section 6</b>	<b>Section 7</b>	<b>Section 8</b>
Azimut (Vrai Nord)	150°	90°	30°
	Profondeur totale /Profondeur Humus	Profondeur totale /Profondeur Humus	Profondeur totale /Profondeur Humus
A 15 m (cm)	/	/	/
A 25 m (cm)	/	/	/

Tableau FF-3: Types de combustibles et tailles utilisées dans le management du feu. Les classes utilisées dans ce protocole. Les diamètres des bois abattus sont souvent reliés au temps moyen qu'il faut pour sécher le bois.

<b>Type de combustible</b>	<b>Taille</b> (diamètre brindille, branche ou tronc)	<b>Description</b>
Feuillage	Toutes	Feuillage mort ou vivant incluant les aiguilles et les feuilles larges
Branchages	0 à 3 cm	Branches en bois mortes ou vivantes
Arbuste— Vivant	Toutes	Plantes en bois vivantes – arbres et arbuste de moins de 2 mètres de haut
Arbuste — Mort	Toutes	Morceaux d'arbustes morts suspendus au-dessus du sol. Ceci inclus les arbres et les arbustes de moins de 2 mètres de haut
Herbeux - Vivant	Toutes	Plantes herbeuse vivantes dont l'herbe, les mousses, les fougères et le lichen.
Herbeux — Mort	Toutes	Plantes herbeuses mortes au-dessus du sol
Litière	Aucune	Aiguilles tombées récemment, feuilles, pommes de pin et écorce
Humus	Aucune	Matériaux organiques partiellement décomposés sous la litière
Bois abattu	0 à 1 cm	Prend 1 heure pour sécher les brindilles et les branches

1 à 3 cm	Prend 10 heures pour sécher les brindilles et les branches
3 à 8 cm	Prend 100 heures pour sécher les branches
8 + cm	Prend 1000 heures ou plus pour sécher les branches et les



### ***Apprendre à connaître l'imagerie satellite et votre site d'étude GLOBE***

Les étudiants utilisent l'image satellite de leur site d'étude GLOBE pour se familiariser avec les différents types de couverture du sol de cette région.

### ***Observations de terrain***

Des activités de niveau débutant et intermédiaire qui introduisent le concept de systèmes dynamiques.

### ***Classification des feuilles***

Les étudiants réunissent une collection de feuilles puis découvrent dans quelle mesure il est possible de développer un système de classification hiérarchique en triant et en organisant leurs feuilles selon un certain nombre de règles qu'ils auront établies.

### ***L'odyssée des yeux***

Ces activités de niveau débutant, intermédiaire et avancé introduisent les notions de télédétection et de cartographie.

### ***Estimation de l'exactitude : les becs d'oiseaux***

Les étudiants apprennent à évaluer la pertinence d'une classification qu'ils ont réalisée.

### ***Zone de découverte***

Les étudiants utilisent l'image satellite de leur site d'étude GLOBE et leur connaissance de la télédétection pour décider où un nouvel hôpital devrait être implanté.

### ***Utilisation des données GLOBE pour analyser la couverture du sol***

Les étudiants trouvent une autre école GLOBE qui a la même classification MUC et comparent systématiquement les données GLOBE que chacun d'entre eux ont relevées.

\* Voir la version électronique complète du *Guide du Professeur* disponible sur le site Web GLOBE et le CD-ROM.

# Familiarisation avec l'imagerie satellite et votre site d'étude GLOBE



## **Objectif général**

Présenter aux élèves les images par satellite du site d'étude GLOBE, la nature itérative de la cartographie et comment identifier les différences de surface terrestre sur les images.

## **Objectif spécifique**

Les élèves esquissent et étiquettent les zones de leur école sur les images par satellite pour créer une carte simple. Ils utilisent cette carte pour localiser les zones d'étude.

## **Compétences**

### *Géographie*

Comment utiliser une carte (réelle et imaginaire)

Les caractéristiques physiques de l'endroit.

Les caractéristiques et la disposition de l'écosystème.

### *Capacité à mener une recherche scientifique*

Utiliser une carte, une photographie aérienne et autres outils et techniques servant à créer une carte de la surface terrestre.

Reconnaître et analyser différentes prises de vue de la terre, les classer et arriver à un consensus.

Identifier les questions auxquelles on pourra répondre. Concevoir et conduire des investigations scientifiques.

Utiliser des outils mathématiques appropriés pour analyser les données.

Faire des descriptions et des prédictions en utilisant les indices.

Identifier et analyser des explications alternatives.

Discuter les procédures, les descriptions et les prédictions.

## **Niveau**

Tous

## **Durée**

Un ou deux créneaux de classe pour la cartographie initiale.

## **Matériel et instruments**

Copie matérielle des images par satellite du site d'études GLOBE d'une dimension de 15km sur 15km, en couleurs vraies et infrarouges. Feuilles de papier plastique non utilisées.

Marqueurs fins.

Cartes de route et cartes topographiques si disponibles.

Cartes aériennes si disponibles.

## **Préparation**

Imprimer ou faire des copies couleur des images satellites.

Pour la démonstration, copiez les cartes exemples sur des films transparents et utilisez les pour illustrer le processus.

## **Pré requis**

Les élèves ont seulement besoin de connaître le site d'étude GLOBE.

## Contexte

Les images thématiques de l'école du site d'étude GLOBE peuvent être utilisées pour identifier la nature des couvertures du sol une fois que les élèves ont compris ce que les différentes couleurs imprimées représentent comme type de sol. (Pour plus d'informations, regardez le tutorial de classification manuelle).

En couleurs vraies, qui représentent la surface de la Terre approximativement comme nous la verrions depuis l'espace, la végétation dans les verts clairs jusqu'aux verts très foncés, quelque chose apparaît presque noir. L'eau est bleue ou noire sauf si elle transporte des sédiments auquel cas elle apparaît verte ou grise. Les sédiments minéraux apparents (roches, sable, immeubles) apparaissent depuis les blancs jusqu'aux violets. Cette image est bonne pour identifier des surfaces étendues de roches apparentes ou de sable. Elle ne distingue pas clairement les types de végétations spécifiques, ou les végétations sombres et l'eau.

En fausses couleurs infra rouges, qui simulent une image aérienne infra rouge, les teintes rouges sont associées aux végétations vivantes. Les ombres très claires indiquent une végétation en pleine expansion. Par exemple, une zone avec de l'herbe pourrait apparaître rose clair, tandis qu'une zone dense d'arbres apparaîtra rouge foncé. Les ombres moyennes peuvent être des arbres à feuilles caduques et des mélanges d'arbres à feuilles caduques et de conifères. En règle générale, plus le rouge est clair et plus la végétation est basse. La végétation morte est ombrée de vert ou d'une couleur bronze. Dans cette vue, l'eau est presque toujours foncée et les minerais tels que les immeubles, les rochers le sable ou la terre nue apparaissent dans des ombres bleue violette ou blanches.

## Que faire et comment le faire?

1. Revoir le processus que les élèves vont mener en utilisant les illustrations accompagnant cet exercice. Elles montrent le développement d'une carte d'étudiants pour une image satellite de Beverly. La figure LAND-SS-2 montre l'image de Beverly en fausses couleurs infra rouges, c'est

l'image satellite à utiliser comme témoin.

**Etape 1:** Les corps aqueux sont référencés et étiquetés.

**Etape 2:** Les éléments du réseau de transport sont référencés et étiquetés. (Les étiquettes du diagramme précédent ont été éliminées par souci de clarté.)

**Etape 3:** Les zones résidentielles et de commerces sont référencées et étiquetées.

**Etape 4:** Quelques zones de végétaux, un parcours de golf, des plages et des zones inconnues sont référencées et étiquetées.

**Etape 5:** Les zones restantes de la couverture du sol sont référencées et étiquetées.

2. Placer la couverture plastique sur l'image de l'école imprimée et marquer les coins de l'image. Cela vous aidera à réaligner la couverture si elle bouge.

3. En utilisant un marqueur fin, désignez les zones qui représentent des couvertures de terre homogènes, et étiquetez les de manière appropriée. (Forêt champ ville etc.).

4. Désignez les zones de la couverture du sol dont le type n'est pas sûr. Demandez aux élèves de suggérer des manières pour découvrir la nature du sol dans ces zones. Utilisez des cartes routières des cartes topographiques et des photographies aériennes si elles sont disponibles pour vous aider. Demandez aux élèves qui habitent près de ces zones d'essayer de les identifier.

Le nombre de types de couverture du sol que les élèves ont identifié dépendra de la localisation de l'école. Dans les zones urbaines denses, les élèves seront seulement capables de reconnaître quelques types puisque les types de couverture de sol les plus répandus apparaissent similaires sur toutes les images satellites. Ceci est dû au fait que ces zones sont hautement réfléchissantes et donc apparaissent brillantes sur les images. Dans les zones où les types de couverture sont variés, avec de la végétation naturelle, des zones cultivées et développées, les types de couverture du sol seront plus facilement reconnaissables, mais ces multiples petites zones rendront la reconnaissance difficile.

***Comment pouvons-nous identifier les types de couverture du sol dans des zones inconnues ?***

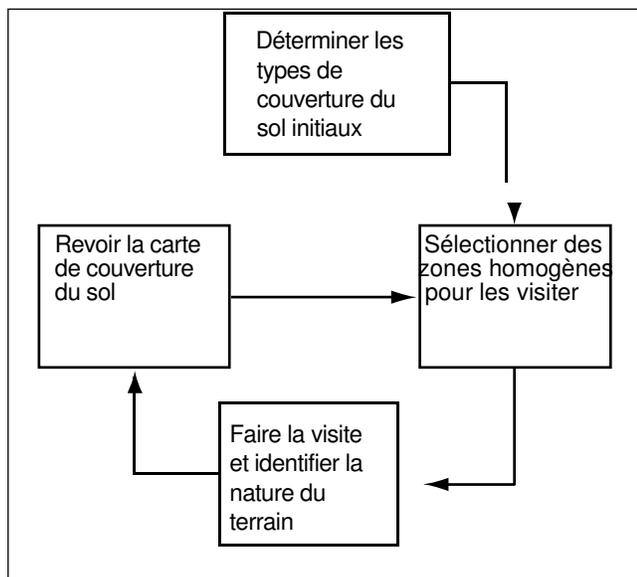
En utilisant les couvertures, localisez les zones qui semblent avoir une couverture du sol uniforme et

qui semblent mesurer au moins 90m sur 90m (3 pixels sur 3 pixels). Ce sont potentiellement des sites échantillons de couverture du sol qui peuvent maintenant être visités.

## Le travail n'est pas encore fini

La carte est seulement la première étape d'un processus cyclique. Habituellement, certaines de ces zones sont devinées et d'autres sont inconnues. La prochaine étape est de visiter ces zones pour valider leur couverture du sol. Après avoir visité une zone et avoir déterminé son véritable type de couverture, retournez à la carte et soit corrigez la soit mettez la à jour. Retournez sur le terrain pour visiter d'autres zones, et continuez le processus en corrigeant et en mettant à jour la carte de couverture du sol. Un tel processus est dit itératif, chaque nouvelle carte représente une nouvelle itération du processus. La figure LAND-SS-1 représente ce processus.

Figure LAND-SS-1:  
La nature itérative du processus de référencement cartographique de la couverture du sol

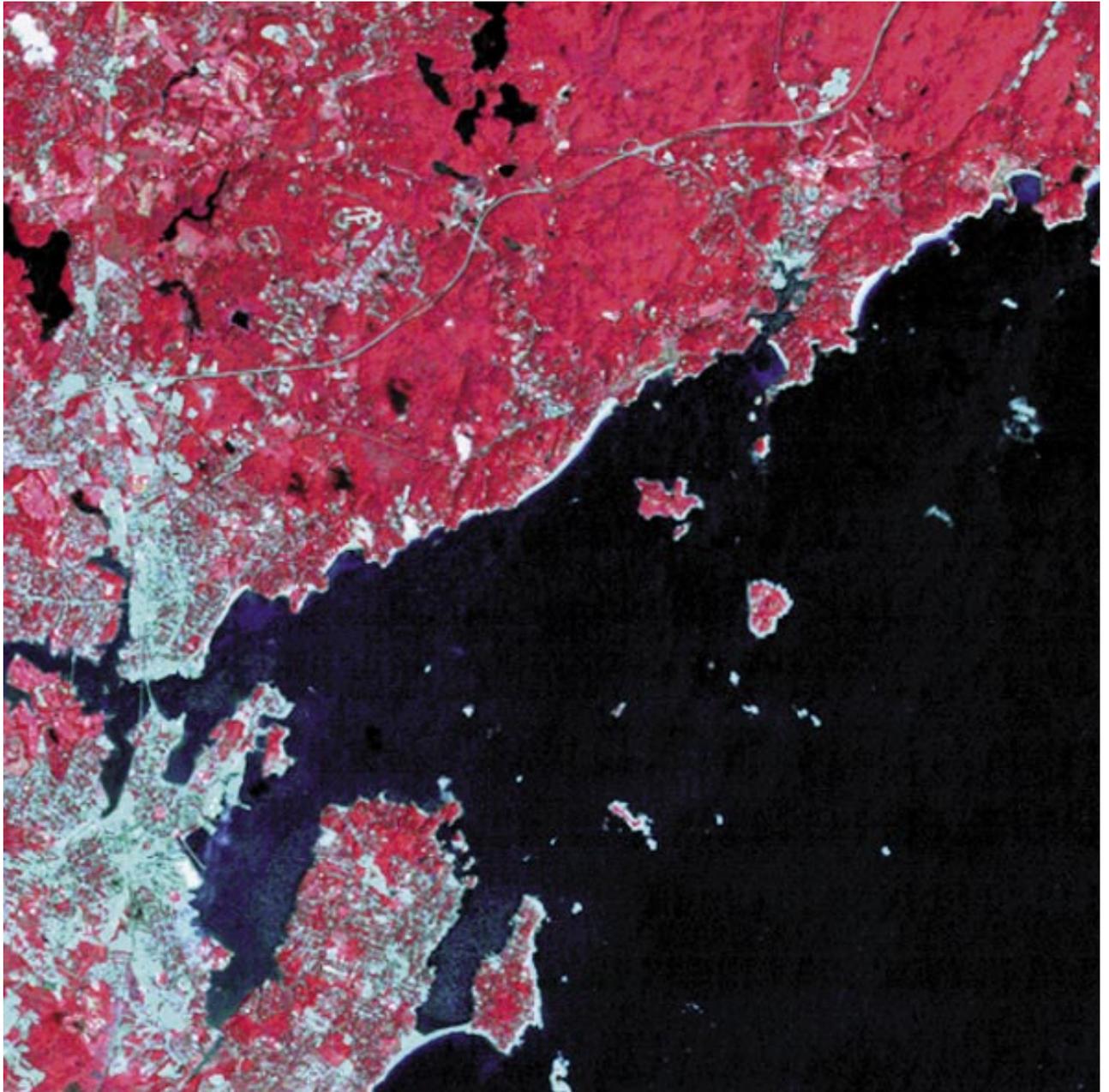


## Evaluation des élèves

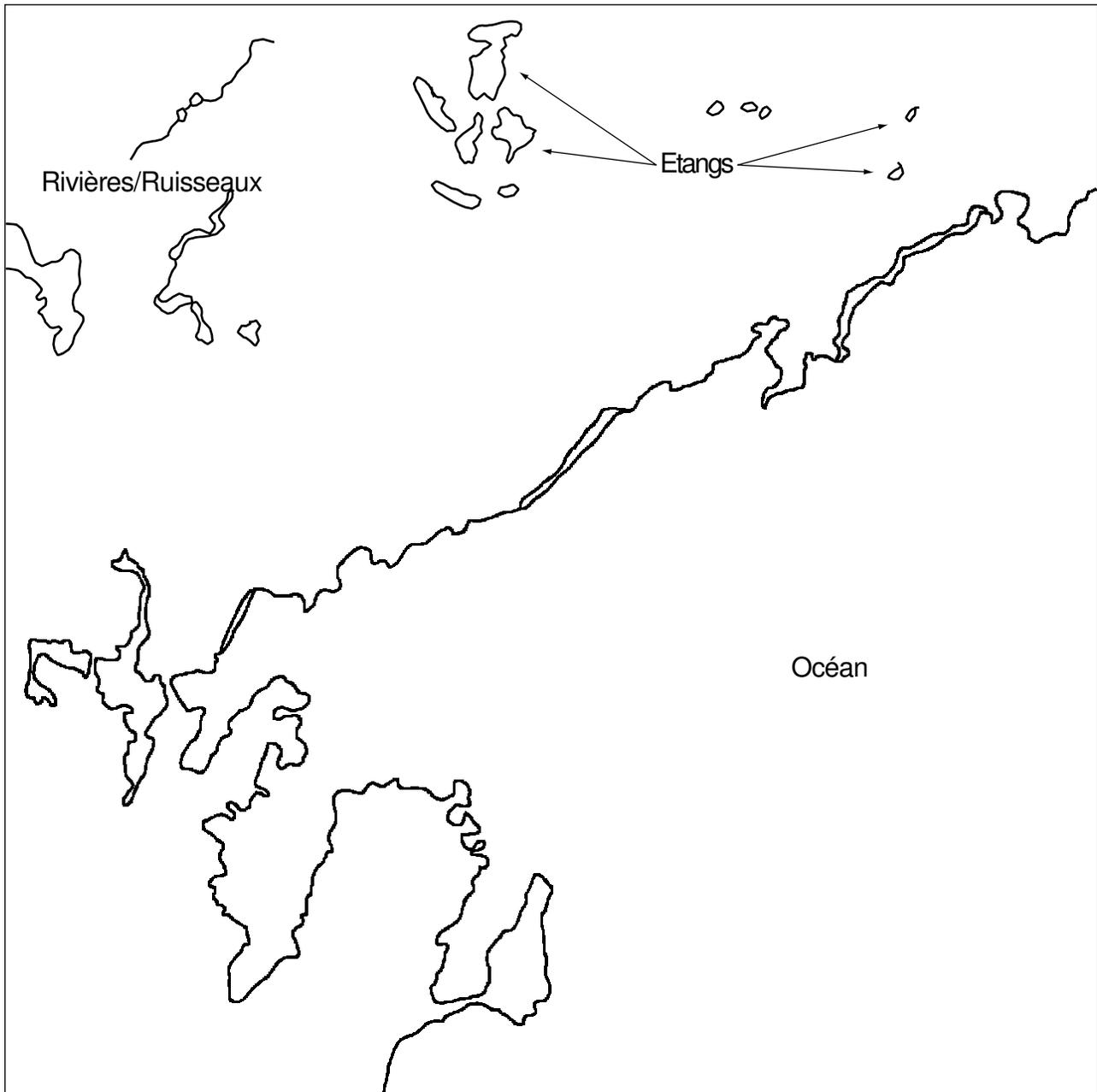
L'évaluation de la compréhension des élèves se fera sur la compréhension du processus de cartographie en leur demandant d'expliquer ce qu'ils ont fait et pourquoi ils l'ont fait. Les questions importantes pourront par exemple être :

- Combien de types différents de couverture du sol avez vous été capable de distinguer sur la photo satellite ?
- Quels types de sol sont les plus faciles à identifier sur la photo en couleur vraie? Et sur la fausse image infra rouge ? A quoi pensez vous que cela est dû ?
- Quels types de sol existant sur terre sont difficiles à identifier sur une image satellite à votre avis ?
- Si vous habitez dans une région côtière ou près d'un estuaire, comment influencerait la position des marées (fortes ou faibles) sur la carte de la couverture du sol ?
- Comment la période de l'année ou la photo est prise influencez sur la carte dans votre zone géographique ?
- Quels autres paramètres pourraient influencer notre établissement de la cartographie du sol ? (indice : Dans l'image de Beverly, les zones inconnues qui montrent à la fois du blanc et du noir sont de petits nuages cumulus et leur ombre !).
- En considérant que moment où la photo satellite a été prise, qu'est ce qui a changé depuis ?
- Les images de cartographie sont toujours prises le matin. Si vous habitez dans les montagnes, quels seront les effets visibles sur l'image ? Où seront les ombres des montagnes et des collines ?

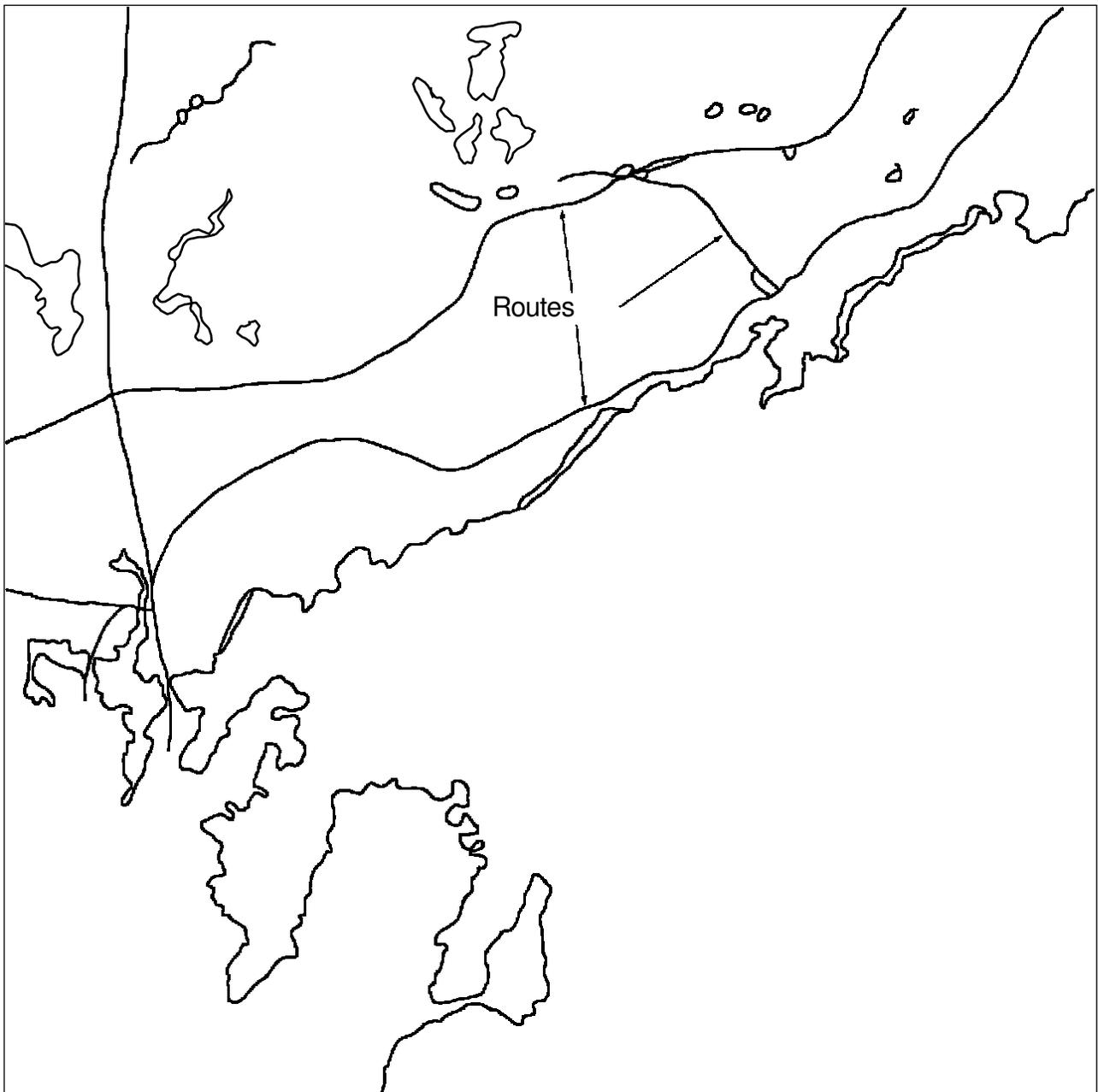
*Figure LAND-SS-2: Beverly, Image satellite en fausses couleurs infra rouges*



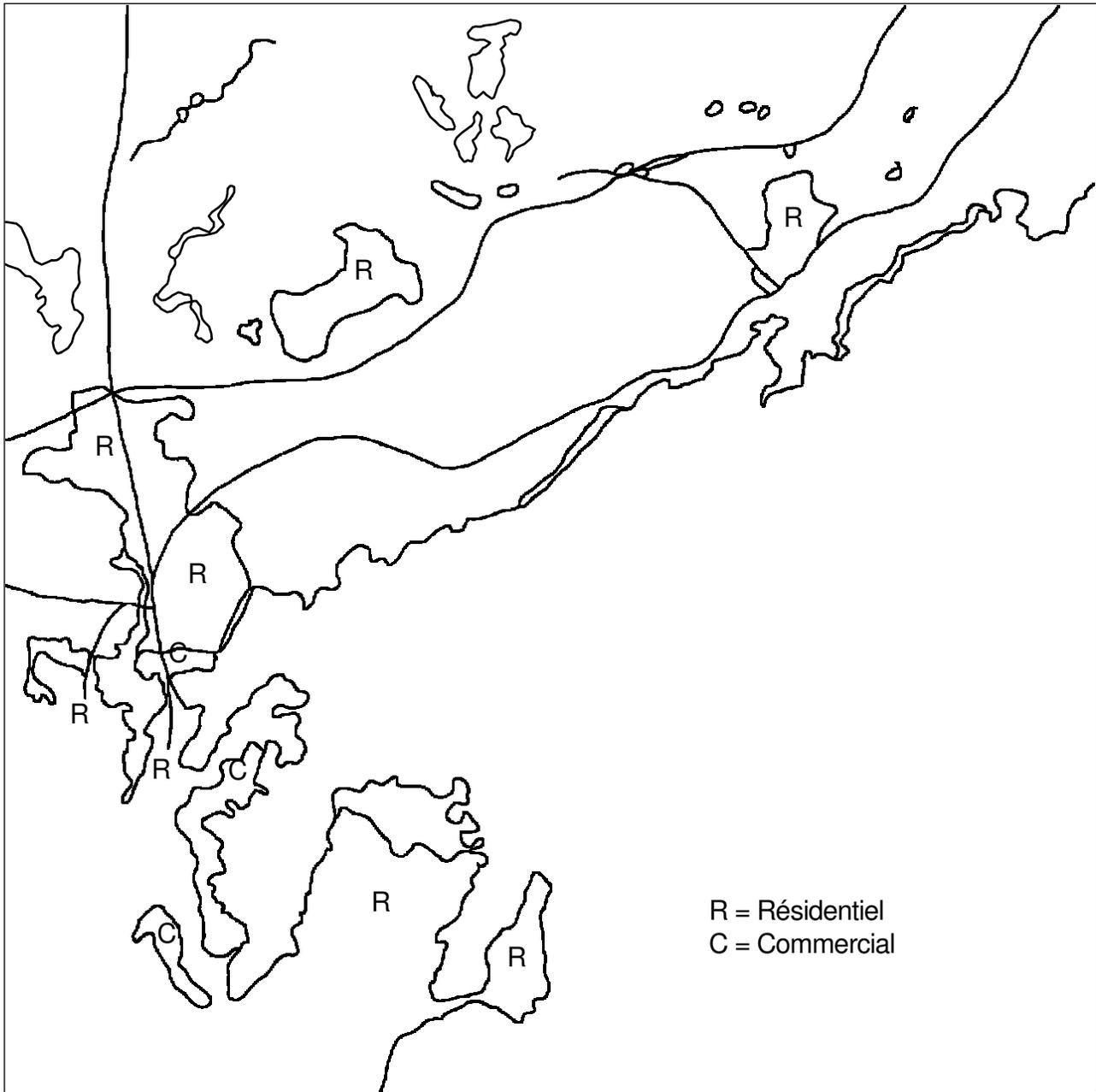
Etape 1: Les zones d'eau sont identifiées



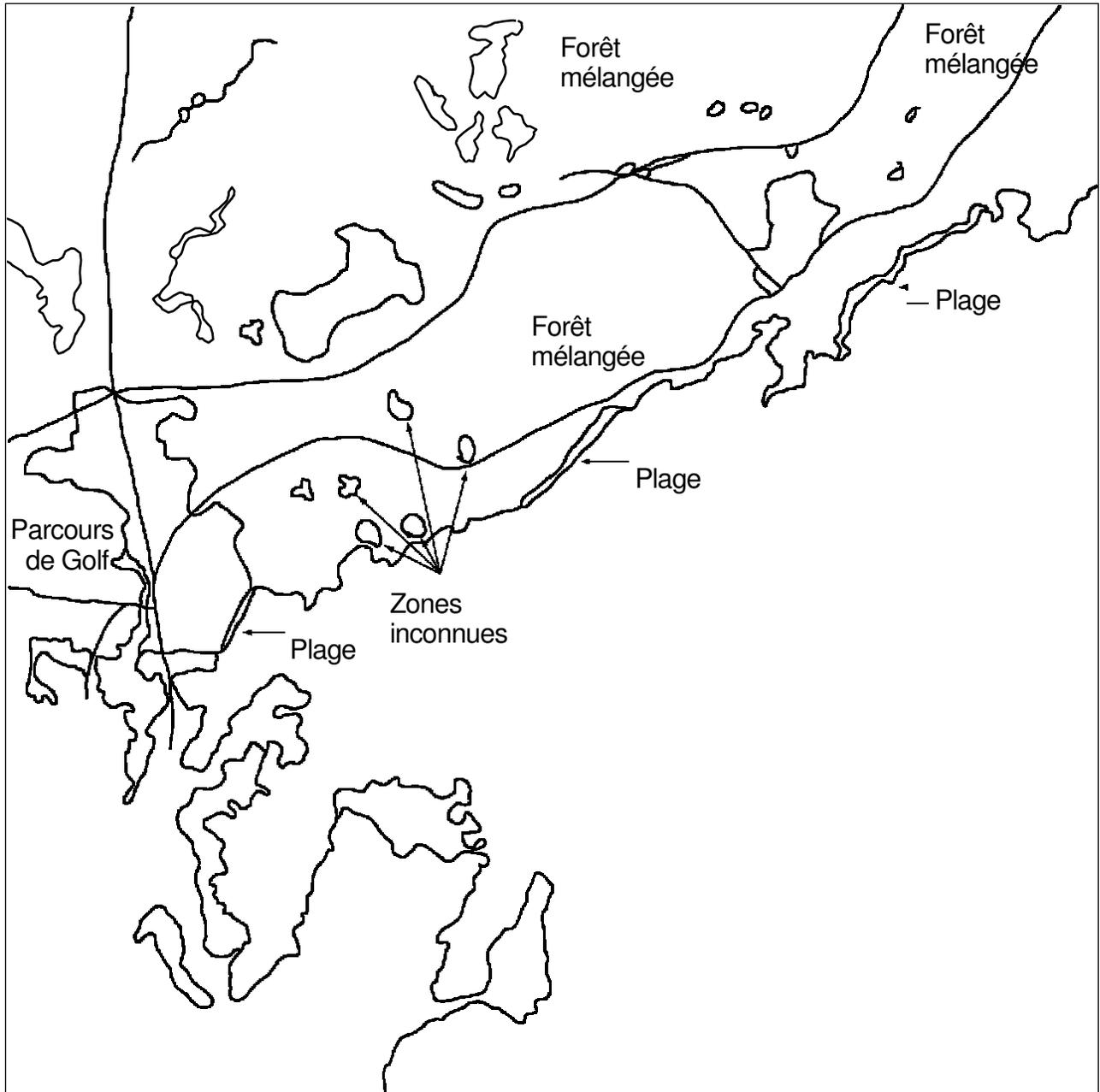
Etape 2: Les éléments du réseau de transport sont ajoutés



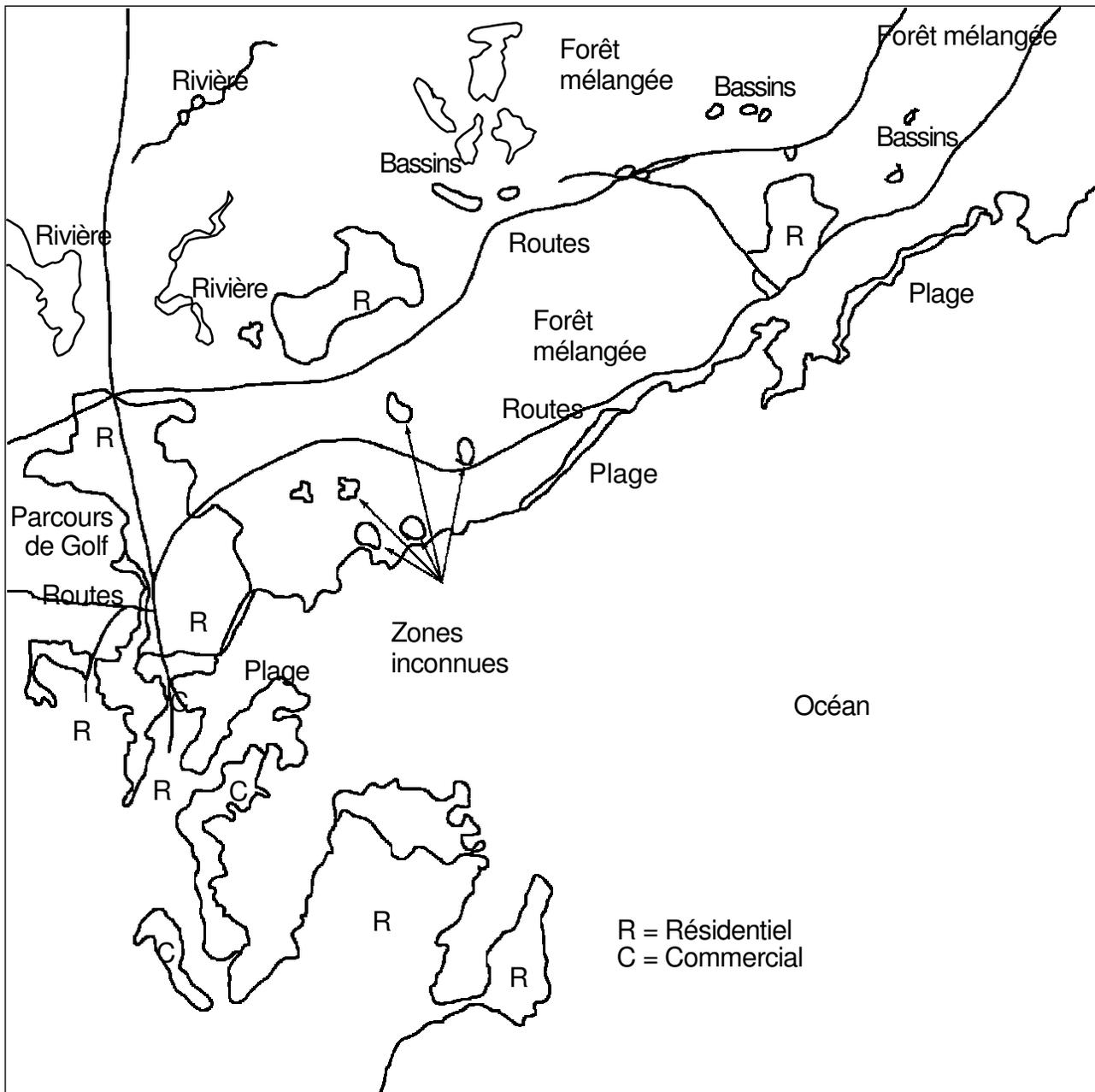
Etape 3: Immeubles et zones développées sont ajoutés



Etape 4: Végétation et autres types sont ajoutés



Etape 5: Une Carte de couverture du sol d'un élève



# Observations de terrain

## Niveau débutant



### Activités d'apprentissage de l'observation de terrain

Ces activités pré-protocoles introduisent les élèves au concept de système. Les étudiants vont explorer le système à différentes échelles, identifier ses éléments et tenter d'établir les relations qui existent entre eux. Le concept de système aidera les étudiants à comprendre pourquoi ils réalisent des mesures biométriques.

#### **Objectif général**

Permettre à l'étudiant de réaliser que les frontières d'un système sont définies en fonction des questions auxquelles un scientifique souhaite répondre.

#### **Objectif spécifique**

Les étudiants se placeront au centre d'un terrain plat naturel de 90 m x 90 m. Ils utiliseront des techniques d'observations simples. L'objectif est pour eux de se familiariser avec leur système.

#### **Compétences**

Concepts scientifiques

##### *Sciences physiques*

Les objets ont des propriétés observables.

La simple observation permet souvent d'apprendre des choses sur notre environnement.

Il est important de décrire les choses de façon aussi précise que possible.

##### *Sciences de la vie*

Chaque plante a une structure différente, cependant certaines plantes se ressemblent.

Les plantes ont des caractéristiques qui les aident à vivre dans des environnements différents.

##### *Sciences et Technologies*

Les hommes se sont toujours posés des questions sur le monde. La science est un moyen pour y répondre.

Selon leur discipline, les scientifiques se posent différentes questions et utilisent différents moyens de recherche.

##### *La Recherche par la Science*

Plusieurs raisons incitent les scientifiques à mener des recherches

#### *Géographie*

##### Cours élémentaires

Les caractéristiques physiques des sites

##### Cours moyens

Les caractéristiques physiques des sites

La répartition des caractéristiques principales à différentes échelles

#### *Enrichissement*

Un terrain plat naturel de 90 m x 90 m peut être considéré comme un système. On peut y trouver comme éléments, des plantes, de l'eau, de la terre et des animaux.

Le système a des entrées comme de l'énergie solaire, du dioxyde de carbone, de l'oxygène, de la poussière.

Il a également des sorties comme : de l'eau, du dioxyde de carbone, de l'oxygène, de la chaleur, des déchets.

#### *Compétences scientifiques*

Faire des croquis qui reproduisent fidèlement au moins certaines caractéristiques de la chose dessinés.

Proposer des réponses aux questions qui concernent le système décrit.

#### **Durée**

Deux ou trois séances en classe

#### **Niveau**

Débutant

#### **Matériel et instruments**

Papier (taille normale et des morceaux de taille spécifique, voir *Préparation*)

Des crayons ou des feutres de couleurs

Des compas

Un appareil photo

Règle ou mètre

De la ficelle (préalablement mesurée)  
Des réceptacles pour contenir des échantillons du sol

### Préparation

Coupez pour chaque élève deux feuilles de tailles différentes, une d'approximativement 11 cm x 11 cm et une de 5 cm x 5 cm.

Repérez le centre d'un terrain plat de 90 m x 90 m.

### Pré-requis

Les élèves doivent savoir se servir d'un compas. (Voir *Outils pour la Recherche*)

## Introduction aux systèmes et échelles

N'importe quel ensemble de « choses » qui interagissent entre elles, qui exercent une influence les unes sur les autres, et qui apparaissent comme un ensemble lié, peut être appelé système. A peu près toutes « choses » peuvent convenir, des objets, organismes, machines, idées, nombres ou organisations. De multiples raisons incitent les scientifiques à étudier les systèmes naturels. Ce sont les questions auxquelles les scientifiques souhaitent répondre qui déterminent comment les frontières du système sont définies. Voir Figure TERRAIN-SB-1. L'exemple ci-dessous montre les échelles qu'un scientifique serait susceptible d'utiliser pour répondre à différentes questions. En fonction de l'échelle du système, ces études étudieront des facteurs complètement différents.

Lorsqu'on réitère chaque année des mesures biométriques sur le même site, on cherche, pour un système donné, si on observe des modifications avec le temps. Par exemple, la croissance des arbres, la variation de la quantité de canopée et de végétation basse. Collecter des données sur plusieurs années permet de savoir si les données sont constantes ou bien s'il y a des variations dans le temps.

Pour comprendre correctement les données, les étudiants doivent être familiers avec l'ensemble des facteurs qui ont une influence sur un système. A partir du moment où les élèves auront appris ce qui peut rentrer et sortir d'un système, et les liens élémentaires de ses éléments, ils pourront commencer à comprendre des schémas qui les aideront à faire des généralisations et des prédictions sur des systèmes plus complexes. Par exemple, de l'eau arrive dans un système forestier sous la forme de pluie, une partie de l'eau est stockée dans les arbres pour leur croissance, une partie s'évapore, une partie reste à la surface, une autre percole dans le sol et alimente les nappes phréatiques.

Les variations des données indiquent sans doute des modifications des entrées, des sorties, ou bien des cycles qui génèrent la matière et l'énergie. Au cours d'une série d'années de sécheresse, la croissance des arbres peut être retardée à cause, d'une pénurie d'eau, de stress, ou de maladies. Une augmentation constante de la température, peut allonger la saison de croissance de l'arbre, ce qui accélère sa croissance

Figure Terrain-SB-1 : Déterminer les frontières d'un système par des questions

Un (ou une) scientifique souhaite étudier, un écosystème entier, les marais par exemple, pour déterminer quelle surface il reste dans le monde.

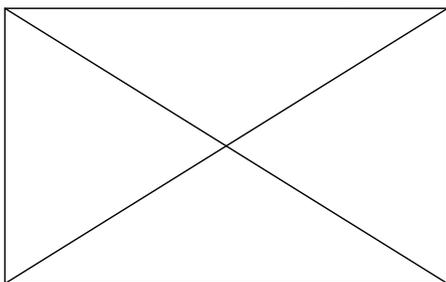
En parallèle, un (ou une) scientifique peut s'intéresser à un groupe particulier de plantes de marais, il réalise ses expériences en utilisant différentes méthodes

Ou bien, il peut étudier une plante de marais particulière pour déterminer sa sensibilité à certains types de pollution.

Cela peut s'observer : les feuilles des arbres tombent plus tard, ou les arbres grandissent plus vite pendant ces années. Cela se voit à leur circonférence, et leur hauteur. Les données collectées par votre classe aideront vos étudiants et les scientifiques du monde à comprendre les systèmes qui les environne.

### **Que faire et comment le faire ?**

1. Demander aux étudiants de fermer les yeux et d'imaginer l'endroit de leurs rêves (ex. forêt en bord de plage, un feu de camp, un magasin de bonbons). Laissez leur une minute pour se représenter l'image de cet endroit spécial, et demandez-leur de le dessiner sur une feuille de papier. Combien d'élèves ont imaginé un endroit naturel ?
2. De l'autre côté de la feuille, les élèves tracent deux diagonales qui se coupent en leur milieu, cela doit former 4 triangles. Cette feuille sera utilisée à l'Etape 4.



3. Rendez-vous au centre d'un terrain plat naturel de 90 m x 90 m. Demandez aux élèves de répondre aux questions suivantes.
  - a. Que voyez-vous, entendez-vous, sentez-vous, ressentez-vous ?
  - b. Est-ce sec/humide, tiède/frais ?
  - c. Le sol est-il très éclairé par le soleil ?
  - d. Que voyez-vous comme espèces vivantes ? Pouvez-vous en nommer quelques-unes ?
  - e. Que voyez-vous comme choses non vivantes ? Sont-elles naturelles ou bien faites par l'homme ?
  - f. Comment le système est-il susceptible d'évoluer avec les différentes saisons ?
4. Restez au centre du terrain, demandez aux étudiants de dessiner dans chaque triangle de la feuille de papier divisées en 4, une esquisse du terrain selon chaque directions – Nord, Sud, Est, Ouest. Encouragez-les à observer et dessiner les détails.

5. Depuis le centre prenez une photo dans chaque direction. (Notez le numéro de chaque vue.) Une fois les photos développées, comparez leurs esquisses avec les photos. Ont-ils dessinés suffisamment de détails pour savoir quelle photo correspond avec quelle direction de la boussole ? Ont-ils oubliés des éléments du système ?

6. Afin de découvrir plus en détails le terrain, les étudiants délimitent avec de la ficelle un terrain de 30 m x 30 m centré sur le précédent. Faites leur dessiner ce qu'ils observent sur la feuille de 11 cm x 11 cm.

7. Demandez- leur de répondre à nouveau aux questions a) à f) de l'Etape 3. Le fait d'avoir modifié les frontières, comment cela a modifié ce qu'ils ont observé ?

8. Demandez aux étudiants de prélever un échantillon du sol à l'endroit où ils se trouvent, avec une truelle ou une pelle. Qu'ils descendent au moins à 15 cm de profondeur dans le sol. Et qu'ils placent l'échantillon dans le réceptacle prévu à cet effet.

9. En classe, demandez aux étudiants de dessiner sur une feuille de 5 cm x 5 cm ce qu'ils observent dans leur échantillon. Que voyez-vous ? Y-a-t'il des organismes vivants ou des parties d'organismes vivants ?

10. Demandez aux élèves de mettre sur une surface plane leurs dessins, la feuille la plus grande d'abord (l'esquisse du terrain entier), par-dessus la feuille de taille moyenne (l'esquisse du terrain de 30 m x 30 m) et par-dessus l'esquisse de leur échantillon. Posez-leur les questions suivantes :

- a. A quelles questions pouviez-vous apporter les meilleures réponses quand vous observiez le terrain de 30 m x 30 m ?
- b. A quelles questions pouviez-vous apporter les meilleures réponses quand vous observiez votre échantillon de sol plutôt que le terrain entier ?
- c. Comment votre observation du terrain a-t-elle été modifiée par le changement des frontières du terrain ?

### ***Discussion et questions***

1. S'il se passe quelque chose dans le carré de 30 m x 30 m de votre voisin, comment à votre avis cela affecte votre carré ?
2. Qu'est-ce qui se trouve au dessus et en dessous de votre carré de 30 m x 30 m ?
3. Ce qui se trouve au-dessus et en-dessous affecte-t-il votre carré ? Comment ?
4. Quelles-sont les entrées et sorties de votre système ? (Lumière, eau, graines, noix, animaux, etc.)

# Observations de terrain niveau intermédiaire



## **Activités d'apprentissage d'observation de terrain**

Ces activités pré-protocoles introduisent les élèves au concept de système. Les étudiants vont explorer le système à différentes échelles, identifier ses éléments et tenter d'établir les relations qui existent entre eux. Le concept de système aidera les étudiants à comprendre pourquoi ils réalisent des mesures biométriques.

### **Objectif général**

Étudier l'idée que tous les systèmes dynamiques contiennent de la matière et de l'énergie sous différentes formes. Les données et les résultats dépendront des constituants du site étudié, des plantes et des animaux, de l'échelle et des limites déterminées de l'étude, et de la saison.

### **Objectif spécifique**

La classe ira visiter plusieurs sites représentant différents exemples de faune et flore terrestres. Site après site, les étudiants exploreront une variété grandissante de systèmes et utiliseront des méthodes d'analyse et de recueil de données de plus en plus complexe. Les étudiants utiliseront les données de chaque site pour comparer et mettre en relief leurs données sur l'environnement. Le niveau intermédiaire d'observation de site se base sur les concepts présentés dans le niveau débutant.

### **Compétences**

#### **Concepts scientifiques**

##### *Science de la vie*

La terre est composée de beaucoup d'environnements différents qui contiennent de nombreuses combinaisons d'organismes vivants.

Un écosystème est constitué de toutes les populations vivants ensemble et de tous les facteurs physiques avec lesquels ils interagissent. Les hommes peuvent modifier l'équilibre d'un écosystème.

##### *Géographie*

Comment utiliser une carte (réel ou virtuel)  
Les caractéristiques physiques d'un endroit.  
Les caractéristiques et la distribution spatiale d'un écosystème.

Comment les hommes modifient leur environnement.

### **Compétences scientifiques**

Intégrer des données venant de différents ensembles pour avoir une compréhension dynamique de la façon dont les systèmes de la Terre fonctionnent.

Repérer les questions auxquelles on peut répondre. Préparer et mener une recherche scientifique.

Utiliser les outils mathématiques appropriés pour étudier les données.

Développer les descriptions et les prédictions en utilisant les observations directes.

Reconnaître et analyser les réponses alternatives.

Communiquer les procédures, les descriptions et les prédictions.

### **Niveau**

Intermédiaire

### **Durée**

Trois cours ou alors un voyage sur le terrain suivi d'un cours d'analyse des observations.

### **Matériel et instruments**

Thermomètres

Pluviomètres

*Formulaire de recueil de données sur le terrain*

*Formulaire de l'échelle de Beaufort*

Papier

Un gobelet en carton

### **Préparation**

Arrangez vous pour que des parents ou d'autres volontaires accompagnent les élèves sur le site.

Divisez la classe en autant de groupes que nécessaire.

Dans l'idéal, chaque groupe devrait travailler sur un site différent mais il est plus réaliste de les faire travailler sur différentes tâches dans un ordre différent de façon à ce qu'ils puissent partager les outils.

### **Pré requis**

Il est recommandé d'avoir déjà fait l'activité débutant. Les étudiants doivent connaître le concept de frontières d'un système.

### **Que faire et comment le faire ?**

Collectez les données listées ci-dessous sur trois sites différents parmi vos sites d'études GLOBE. L'un doit contenir un terrain découvert comme un champ ou un parc, un autre une étendue d'eau, et le dernier une végétation naturelle (une forêt dense, un petit bois, un maquis, ou un ensemble de plantes herbacées). Prévoyez de visiter les sites le même jour ou, si ce n'est pas le cas, sur plusieurs jours peu espacés.

**1. Température** – Mesurez la température à 50cm du sol, au niveau du sol et 5cm dans le sol. Référez vous au Protocole du sol pour avoir plus de détails. Pour prendre la température au niveau du sol ou au dessus il faut que vous fassiez un trou dans le fond du gobelet en carton et que vous y insériez le thermomètre, pour que le gobelet protège le thermomètre des rayonnements du soleil et de toutes les autres sources de chaleurs qui perturberaient la mesure. Pour prendre la mesure il ne faut pas bouger le thermomètre jusqu'à ce que la température qu'il affiche se soit stabilisée et ne varie pas pendant une à deux minutes. Pour prendre la température du sol insérez le bout du thermomètre de 2.5cm dans le sol.

**2. Précipitation**– Déterminez la quantité d'eau qui est tombée durant la dernière saison de croissance. Si vous ne faites pas le protocole de précipitation GLOBE vous pouvez obtenir ces informations d'une station météo locale ou en utilisant un lien web du site GLOBE. A-t-il plu récemment ? Y en a-t-il des traces évidentes ? Un lac, du courant, des poches d'eau, des flaques.

**3. Le Soleil** – Quand le soleil brille, regardez si vous en voyez des traces sur les arbres, sur les plantes ou sur le sol.

Quelle quantité de soleil atteint le haut des arbres ? Le sol ? Si les plantes absorbent les rayons, que devient la lumière ? Est elle réfléchi (ce qui signifie que les feuilles brilleraient comme des feuilles d'aluminium)?

**Note:** Beaucoup de jeunes pensent que les plantes tirent leur nourriture du sol et ils ne penseront pas que la lumière est utilisée par les plantes pour se nourrir durant la photosynthèse. Ils penseront que le soleil aide les plantes à grandir, mais ils ne sauront pas comment ni pourquoi. Demandez à vos élèves comment les plantes utilisent la lumière durant leur cycle biologique. Pour aller plus loin, attachez un bout de papier sur une feuille pendant quelques jours pour voir ce qu'il se passe.

**4. Le vent** – Quelle est la force du vent soufflant sur le site ? Utilisez l'échelle de Beaufort pour mesurer la vitesse du vent. Est ce que les feuilles ou l'herbe tremblent sous le vent ? Est-il assez fort pour courber de petites branches ou de l'herbe aplatie ? De grandes branches ? Utilisez un morceau de papier pour faire une manche à air. Un élève peut tenir le papier le plus loin possible de son corps pendant que les autres observent s'il pend ou si le vent le pousse d'un certain angle. Utilisez un compas pour déterminer d'où vient le vent.

**5. Vie des animaux** – Notez les différents types d'animaux présents sur le site (insectes, oiseaux, reptiles, poissons, amphibiens, mammifères). Repérez les indices de présence d'animaux tels que les terriers, les empreintes, les feuilles mâchées. Lesquels sont les plus nombreux ?

**6. Vie des plantes** – Observez la variété de types de plantes sur le site (grands et petits arbres, arbustes, petites plantes, herbe). Notez quel est le type de plantes le plus commun

- présent sur le site. Lequel est dominant?
7. Rapportez vos trouvailles et partagez ce que vous avez appris comme vous l'a demandé votre enseignant.

Après avoir écouté le compte-rendu de chacun la classe peut remplir un grand tableau récapitulatif. Utilisez ce tableau pour discuter des différences entre les observations faites sur les interactions et les compositions en éléments variés des différents sites.

### ***Discussion et questions***

1. Quel site a la température de l'air la plus élevée? La plus basse? Le plus de vent? Le moins de vent?
2. Quelle relation semble entretenir la lumière avec la température de l'air? Avec l'humidité du sol? Avec les plantes?
3. Quelles sont les divergences entre les sites au niveau du nombre d'espèces de plantes et d'animaux ou de leur diversité? Quels sont les points communs?
4. Quel site présente la plus grande variation saisonnière au niveau des paramètres que vous avez mesurés? Pourquoi en est-il ainsi?
5. Laquelle des six variables mesurées semble être la plus importante pour déterminer le type d'environnement de chaque site? Expliquez votre choix.
6. Qu'est ce qui rentre dans chaque système? Qu'est ce qui en sort?  
Lesquels des six éléments mesurés restent dans le système? Faites un dessin ou un tableau fléché qui le résume.
7. Faites faire un dessin aux étudiants ou faites les construire une petite histoire qui explique le chemin de l'énergie solaire à travers le système qu'ils ont étudié.

### ***Pour aller plus loin et idées pour une évaluation***

1. Visitez à nouveau les sites sélectionnés en d'autres saisons et refaites les mêmes études. Comment ont changé les différents facteurs? Quels facteurs ont influencé les changements observés? Si vos sites contiennent des arbres à feuilles caduques, quels facteurs peuvent avoir une influence sur la pousse ou la chute des feuilles?
2. Faites construire des terrariums par vos élèves. Essayez qu'ils ressemblent à l'un de vos sites, et modélisez votre système sur la base des données que vous avez recueillies précédemment. Ajoutez du vent, contrôlez la température et/ou l'eau, la quantité de soleil, ajoutez des plantes et simulez les effets d'un peuplement animal. Essayez de faire varier les saisons. Pouvez-vous le faire? Quelles sont les limites du modèle? Pouvez-vous développer les mêmes cycles qui existent dans la nature entre les facteurs vivants et inanimés?

Table LAND-SI -1: Echelle de Beaufort

Vitesse du vent Km/h      m/h		Nombre de Beaufort	Description du vent	Effets observés sur le paysage
<1	<1	0	Calme	Calme, pas de mouvements de feuilles
1-3	1-3	1	Très légère brise	Léger mouvement de feuilles, la fumée se déplace, les girouettes commencent à bouger
6-11	4-7	2	Légère brise	Les feuilles frémissent, les girouettes tournent et on sent le vent sur le visage
12-19	8-12	3	Petite brise	Feuilles et rameaux sans cesse en mouvements, les drapeaux légers se déploient
20-29	13-18	4	Jolie brise	la poussière, les morceaux de papiers et les feuilles sont soulevés, les petites branches s'agitent.
30-38	19-24	5	Bonne brise	Les petits arbres et les branches sont agités, de petites rides se forment sur les étendues d'eau
39-49	25-31	6	Vent frais	Les grandes branches s'agitent, les câbles électriques sifflent, il est difficile d'utiliser un parapluie.
50-61	32-38	7	Grand frais	Marcher contre le vent est difficile, les arbres entiers s'agitent
62-74	39-46	8	Coup de vent	Il est très difficile de marcher contre le vent, le vent casse des rameaux
75-87	47-54	9	Fort coup de vent	Des branches sont arrachées, les gouttières arrachées et les maisons légèrement endommagées
88-101	55-63	10	Tempête	Les arbres sont déracinés et les maisons endommagées
102-116	64-73	11	Tempête violente	Ravages étendues, rarement observés à terre
>117	>74	12-17	Ouragan	Ravages sévères à catastrophiques

# Observations de terrain

## Feuille de travail - Recueil de données sur le terrain

Nom(s): \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Heure: \_\_\_\_\_

Type de site (entourez le): terrain découvert /étendu d'eau /Site d'échantillon de couverture du sol

Composants du système	Donnée
<b>Température</b> - 0.5 m au dessus du sol	
- Au niveau du sol	
- A 2.5cm de profondeur	
<b>Précipitation</b> - Quantité - A-t-il plus récemment? - Evidence	
<b>Rayons du soleil</b> - Atteignent les arbres ? -Atteignent le sol ? - Que devient la lumière ?	
<b>Vent</b> - Echelle de beaufort  - Force  - Direction	
<b>Vie animal</b> - Les différents types - Traces - Les plus présents?	
<b>Vie des plantes</b> - Types  - Les plus présents?	

Autres observations et dessins :



# Classification des feuilles



## **Objectif général**

Développer un système de classification pour un ensemble d'objets, comprendre un système de classification hiérarchique, apprendre pour utiliser le système de MUC.

## **Objectif spécifique**

En groupe, les étudiants développeront leur propre classification pour trier les feuilles et apprendrons qu'il y a différentes manières de classer les groupes ou les objets. Cette activité introduit la complexité d'une tâche à priori simple dans la mesure où il n'y a pas de réponse unique.

## **Compétences**

### *Sciences physiques*

Les objets ont des propriétés observables que l'on peut mesurer à l'aide d'outils.

### *Compétences scientifiques*

La classification aide l'organisation et la compréhension du monde naturel.

Une classification est un système de normes et de règles utilisés pour trier les objets.

Un système hiérarchique a de multiples niveaux de détail.

Identifier les questions pertinentes. Création et conduite de recherches scientifiques.

Utilisation d'outils mathématiques appropriés pour l'analyse des données.

Développer des descriptions et des prédictions en fonction des indices.

Identifier et analyser les explications alternatives.

Communiquer les procédures, les descriptions et les prédictions.

## **Niveau**

Tous niveaux

## **Durée**

Une classe

## **Matériel et instruments**

Une variété de différentes feuilles. Un tableau à craie ou une grande feuille pour écrire la classification.

## **Préparation**

Collecter un panel de différentes feuilles. (Si le temps le permet, emmenez les étudiants dehors pour qu'ils collectent eux-mêmes les feuilles ou demandez leur d'en apporter 3 à 5 de différentes espèces de feuilles ou d'aiguilles.)

## **Pré requis**

Aucun

## Contexte

Les scientifiques classifient plusieurs particularités de notre environnement comme les nuages, la terre ou la végétation. Ces classifications nous aident à organiser et à comprendre le monde naturel. Un système de classification est un système organisé pour grouper les objets dans des catégories similaires. Il y a deux composantes dans un système de classification : les étiquettes et les règles. Les étiquettes sont les titres des différentes classes du système de classification ; les règles sont les tests ou les critères à appliquer pour déterminer si un objet appartient à une classe. Par exemple, le système de classification modifié de l'UNESCO (MUC), système utilisé dans les protocoles de GLOBE autorise les utilisateurs de GLOBE à décrire invariablement la couverture du sol n'importe où sur terre en utilisant les mêmes étiquettes et les mêmes règles.

Les systèmes de classification sont d'une certaine manière arbitraire, puisque orientés par ce que nous pensons avoir du sens. Cependant, les bons systèmes de classification ont les trois caractéristiques suivantes:

1. Les classes doivent être mutuellement exclusives.

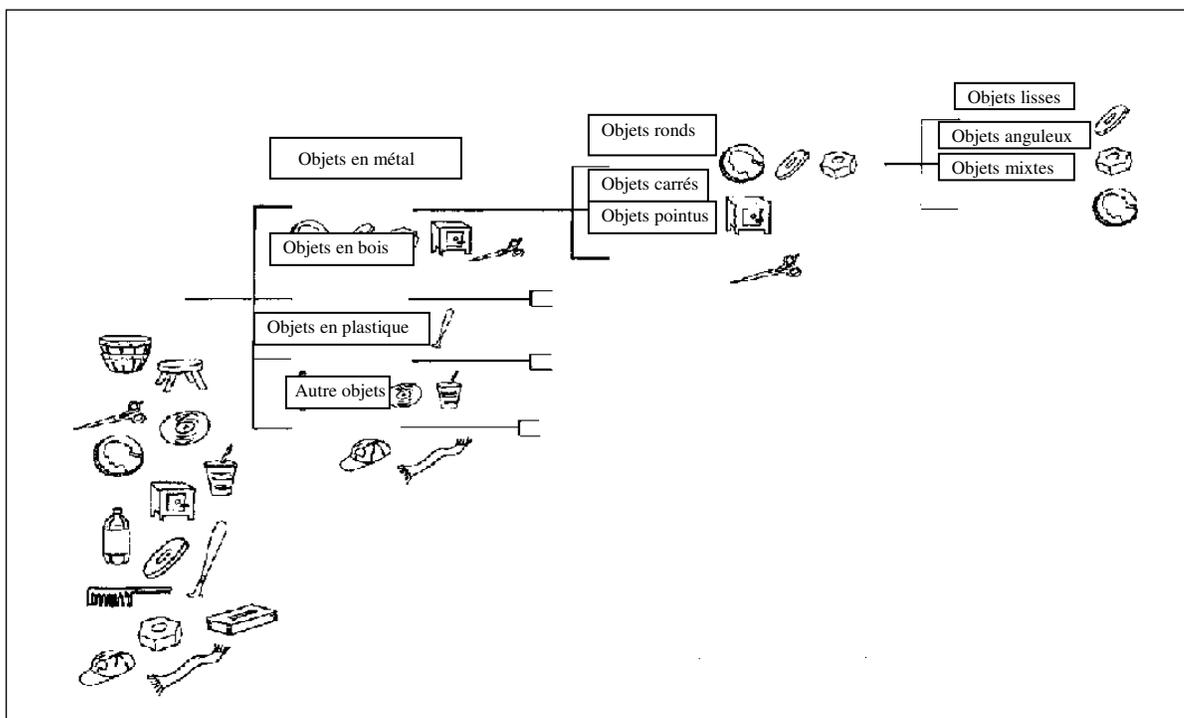
Un objet ne peut appartenir qu'à une et une seule classe, la plus appropriée. Par exemple,

Figure LAND-LE-1: Echantillon de système de classification hiérarchique

si une feuille peut être placée dans deux classes, alors ces classes ne sont pas mutuellement exclusives et le système doit être modifié pour avoir des règles plus détaillées.

2. Le système de classification doit être totalement exhaustif. Il doit y avoir une classe appropriée pour tous les objets potentiels. Ceci est généralement réalisé avec une super classe appelée « autre ». Par exemple, si une feuille ne remplit les critères d'aucune classe, alors le système de classification n'est pas totalement exhaustif. Dans ce cas, le système doit être modifié, on y ajoute au moins une classe.

3. Un système de classification doit être hiérarchique. Il doit y avoir de multiples niveaux avec un nombre de détails croissants. A n'importe quel niveau de détail, toutes les classes différentes doivent pouvoir rentrer dans le niveau de moindre détail suivant du système de classification. La figure LAND-LE-1 est un exemple d'un système de classification hiérarchique d'objets. Le niveau un classe les objets en métal, en bois, en plastique, et les objets autres. Le niveau deux classe dans les objets en métal les objets ronds, pointus ou carrés. Le niveau trois classe dans les objets carrés métalliques les lisses, les anguleux et les mixtes; et ainsi de suite.



## **Que faire et comment le faire ?**

1. Collecter un ensemble de différentes feuilles. Si le temps le permet, emmenez les étudiants dehors pour qu'il collectent eux-mêmes les feuilles ou demandez leur d'en apporter 3 à 5 de différentes espèces de feuilles ou d'aiguilles.). Essayez de ramasser des feuilles marrons (vieilles) et vertes (fraîches). Si possible, assurez vous qu'il y en a de différentes variétés dont des feuilles de plantes et d'arbustes. Si vous habitez dans une zone avec de l'herbe, vous pouvez utiliser de l'herbe ou autre espèce recouvrant le sol.

2. Rassembler la classe en cercle. Au milieu, par terre ou sur une table, étalez toutes les feuilles.

3. Triez toutes les feuilles et rassemblez les par similarité. Vous pouvez aussi diviser la classe en plusieurs groupes et les laisser faire. Comparez alors les classifications et discutez les résultats.

**Suggestion:** Les élèves mettent en avant différentes caractéristiques qui peuvent être utilisées pour trier les feuilles. Inscrivez les sur un tableau. Discutez pour savoir quelles sont les caractéristiques les plus importantes. Les élèves peuvent voter pour cela. Ils doivent comprendre qu'il n'y a pas nécessairement qu'une seule bonne manière. Vous aurez plusieurs caractéristiques par ordre d'importance qui vous aideront à classer les feuilles.

4. Les élèves ont trié les feuilles en fonction des étiquettes et des règles qu'ils ont choisi, ils pourraient trouver que le système doit être modifié ou refondu. Ceci arrive souvent dans les projets scientifiques. S'il reste du temps, les élèves peuvent créer plusieurs classifications différentes pour trier les feuilles.

### **Discussion et Questions**

1. Qu'est qu'un système de classification ?

2. Quelles étiquettes avez-vous utilisé pour identifier les différentes feuilles ?

3. Quels critères avez-vous utilisé pour assigner chaque feuille dans une

classe ?

4. Comment avez-vous décidé quelle règle est la plus importante pour utiliser le système de classification ?

5. Est-ce que toutes les feuilles rentrent dans la classification mise au point ? Y avait-il des feuilles qui rentreraient dans plusieurs classes ? Dans aucune ?

6. En quoi votre système de classification est-il différent des autres ? En quoi est-il similaire ? Les deux systèmes sont corrects s'ils ont trois caractéristiques. Lesquelles ?

7. Comment devriez-vous modifier votre classification si vous deviez trier les feuilles en classes d'art ? En classes mathématiques ?

### **Ouverture**

Vous pouvez utiliser différentes sortes d'objets naturels ou pas pour cet exercice. (pierres, insectes, boutons, chaussures, boulons). Cela fonctionne généralement bien. Si vous utilisez des feuilles, tout particulièrement avec de jeunes élèves, aidez les à devenir familiarisés avec le milieu végétal. Vos élèves peuvent essayer de classer des objets différents pour une activité d'évaluation.

### **Evaluation des élèves**

Après avoir terminé cette activité, les élèves doivent être capables de :

1. Décrire la conception de leur système de classification, les bases de l'étiquetage qu'ils ont utilisé pour établir les différentes classes de feuilles.
2. Lister les règles ou décisions qu'ils ont utilisé pour assigner chaque feuille dans une classe.
3. Décrire comment ils ont organisé le système hiérarchique.
4. Classifier toutes les feuilles qu'ils ont collecté en utilisant leur propre classification.

La dernière étape de la compréhension des élèves de la construction et du fonctionnement des systèmes de classification sera leur facilité d'utilisation du MUC.

# L'odyssée des yeux

## Niveau débutant



### **Objectif général**

Familiariser les étudiants avec l'importance de la perspective et leur présenter différentes échelles d'acquisition de données à distance.

### **Objectif spécifique**

Les étudiants créent une maquette 3D d'une région et développent un système de classification pour les éléments qui composent le paysage. En utilisant leurs yeux comme capteurs ils observent la maquette de différentes hauteurs et perspectives. Les étudiants créent alors des cartes de ce qu'ils observent. Ces cartes peuvent être utilisées pour répondre à certaines questions sur l'environnement immédiat.

### **Compétences**

#### *Concepts scientifiques*

#### *Sciences Physiques*

Les symboles sont une façon de représenter des données.

#### *La science en tant que source d'information*

Réaliser des dessins qui représentent au moins quelques caractéristiques de l'objet observé.

#### *Géographie*

##### Principalement

Comment décrire l'environnement de l'étudiant sous différentes perspectives.

Comment reporter les informations spatiales sur des cartes ou d'autres représentations géographiques.

Les concepts spatiaux d'emplacement, de distance et d'échelle.

##### Ensuite

Les caractéristiques physiques de lieux

Comment réaliser et utiliser des cartes, analyser les répartitions spatiales ainsi que les structures géographiques.

#### *Enrichissement*

Une carte est une représentation symbolique d'une région.

Des cartes d'une même région peuvent avoir des échelles différentes.

Le champ de vue est ce que l'on peut percevoir d'une région.

Le champ de vue augmente avec la distance au sol ou à l'objet.

L'acquisition à distance est le fait de récolter des données sur quelque chose à distance.

### **Compétences scientifiques**

Observer un paysage et en faire une maquette.

Dessiner un paysage sous différentes perspectives

Utiliser différentes échelles pour voir un ensemble d'objets.

### **Niveau**

Primaire

### **Durée**

De trois à quatre classes

### **Matériel et instruments**

Une serviette en papier ou des tubes de papier toilette.

Divers éléments (papier, cartons, peinture, ruban adhésif, colle, etc.) pour construire la maquette.

Une règle

Du matériel pour écrire

Le bulletin d'inscription *L'odyssée des yeux*

La fiche des observations de la maquette *L'odyssée des yeux*

Le formulaire de relevé de données de la carte avec symboles de *L'odyssée des yeux*.

### **Préparation**

Rassembler tout le matériel avant de construire la maquette.

Utiliser une carte routière pour revoir les composants élémentaires qui composent cartes et maquettes, tels que les symboles.

### **Pré requis**

Aucun

**Note :** Cette activité présente des concepts similaires à ceux de l'activité d'apprentissage *Directions Relative et Absolue* dans la *Recherche GPS*.

## Contexte

Dans le manuel *Interprétation* et dans les protocoles de *Création Autonome de Cartes*, les étudiants créent une carte type de couverture du sol du site GLOBE de 15 km x 15 km. L'image reçue a été acquise par un satellite. Les étudiants vont classés les différents types de couvertures du sol manuellement ou sur ordinateur. Ils collecteront également des données, en suivant le protocole du *Site d'échantillon de couverture du sol*, pour vérifier l'exactitude de la carte qu'ils auront produite. Il est important de bien saisir les concepts de modélisation et d'acquisition de données à distance pour avoir une bonne compréhension de l'endroit d'où provient l'information ainsi que sa signification.

Les cartes sont des modélisations communes de représenter la surface de la Terre. Une carte est souvent créée grâce à l'acquisition à distance qui permet de collecter les données nécessaires. Les images satellites sont une variété de données acquises à distance.

L'acquisition à distance semble être un travail pour satellite uniquement, cependant, il existe de nombreux instruments, l'homme compris, qui acquièrent des informations à distance. Bien que n'en ayant pas conscience, les étudiants ont une grande expérience de l'acquisition de données à distance. Dès qu'ils observent et apprennent de quelque chose (en utilisant leurs sens) sans le toucher ; ils acquièrent des données de l'objet à distance. De même, utiliser un appareil photo ou un microscope est une autre façon d'acquérir des données à distance. Les caméras et les microscopes nous permettent d'obtenir des informations qui seraient inaccessibles avec les sens humains limités.

Les scientifiques qui étudient la couverture du sol utilisent une variété de photos aériennes et d'images satellite qui sont fonctions de leur sujet d'étude. Les scientifiques de GLOBE sont intéressés par l'analyse des images satellites pour déterminer les changements au cours du temps des types de couvertures du sol ainsi que l'utilisation qui est faite de la Terre.

Les images satellites sont composées de petits éléments appelés pixels. Regarder au plus près l'image satellite du Site d'étude GLOBE pour pouvoir les apercevoir. Chaque pixel carré contient des informations sur les caractéristiques

principales de la couverture du sol d'une région quelconque. Certaines images ont des pixels qui représentent une vaste région au sol et d'autres qui en représentent une petite. La taille de la région couverte par un pixel est la résolution de l'image satellite. Plus la région couverte par le pixel est petite, plus la résolution est bonne.

## Ressources (facultatif)

*Regarder vers le bas*. Jenkins, Steve. NY: Hutton Houghton Mifflin, 1995. ISBN 0-395-72665-4

*Vue des airs*. Lindberg, R. NY : Viking, 1995. ISBN 0-670-84660-0

*Du point de vue des souris*. McMillan, B. NY : Holiday House, 1995. ISBN 0-8234-1132-x

## Quoi faire et comment le faire

### Partie 1 : Construire et observer la maquette

1. Les étudiants forment des groupes et rédigent un plan pour construire une maquette d'une région réelle ou imaginaire. La cour de récréation est un choix favori pour cela ; cependant, la conception de la maquette doit être faite par les étudiants uniquement. Les étudiants doivent lister le matériel nécessaire à la réalisation de la maquette ainsi que présenter un dessin de celle-ci sur le formulaire d'inscription de *L'odyssée des yeux*.
2. Les habitants auront besoin de deux à trois classes pour construire leur maquette.
3. Les étudiants vont maintenant utiliser leurs yeux pour observer la maquette à travers un tube de papier toilette sous quatre points de vue différents. Cela leur donnera l'occasion d'expérimenter une variation de résolution et de champ de vue. Demander aux étudiants de noter leurs observations sur la feuille de travail Observation de la maquette de *L'odyssée des yeux*.
  - a. **Point de vue de la souris** – Observer la maquette de côté. Faire un dessin de la vue et l'étiqueter.
  - b. **Point de vue de l'abeille** – Observer la maquette d'une hauteur de 10 cm. Faire un dessin de la vue et l'étiqueter.
  - c. **Point de vue l'oiseau** – Observer la maquette, posée sur le sol, debout sur un bureau. Faire un dessin de la vue et l'étiqueter.

**d. Point de vue du satellite** – Observer la maquette de la fenêtre du second étage. Faire un dessin de la vue et l'étiqueter.

### Questions possibles de discussion

1. Y a-t-il des différences entre les points de vue de l'abeille et de la souris ? Quelles sont-elles ?

**Note :** Les jeunes élèves éprouvent souvent plus de difficultés avec le concept de « vue du dessus ». Du temps supplémentaire peut être nécessaire ici.

2. Comparer les quatre dessins. Lequel serait le plus utile si vous :
  - a. Étiez un aigle à la recherche d'une souris ?
  - b. Cherchiez où construire un centre commercial ?
  - c. Cherchiez des traces laissées par des animaux ?
  - d. Étudiez l'extension de la déforestation ?
  - e. Cherchiez un enfant perdu dans la forêt ?
  - f. Regardiez les dégâts provoqués par la pollution sur la forêt de la région ?
  - e. Cherchiez une épingle ?
3. Quels sont les avantages à utiliser les satellites pour observer la Terre ? Y a-t-il des désavantages quelconques ?

### Partie 2 : Faire une carte avec symboles de la maquette

1. Demander aux étudiants d'associer un symbole à chaque type de couverture du sol de leur maquette (routes, rochers, zones de jeux, bassins, rivière, herbe, maisons, etc.). Lister les éléments de couverture du sol et leurs symboles dans la fiche technique de La Carte avec symboles de *L'odyssée des yeux*.
2. Utiliser les symboles pour créer une carte de la région sur une autre feuille de papier.
3. Demander aux étudiants d'échanger leurs cartes, de les déchiffrer, et d'écrire un événement fictif qui aurait lieu dans l'environnement décrit.

**Note :** S'il est prévu d'effectuer *L'odyssée des yeux – niveau intermédiaire*, conserver les cartes et les maquettes pour les comparer par la suite.

### Discussion

1. Si vous deviez faire une carte de votre voisinage, préféreriez-vous faire une vraie carte ou une carte utilisant des symboles ? Pourquoi ?
2. Quelle distance (souris, abeille, oiseau, satellite) vous donnerait le meilleur de champ de vue pour observer votre Site d'étude GLOBE ? Pourquoi ?

### Extension

Rassembler différents types de cartes ou demander aux étudiants d'en rechercher. Discuter de la fonction de chaque carte. Étudier les différentes échelles et champs de vue dans la discussion.

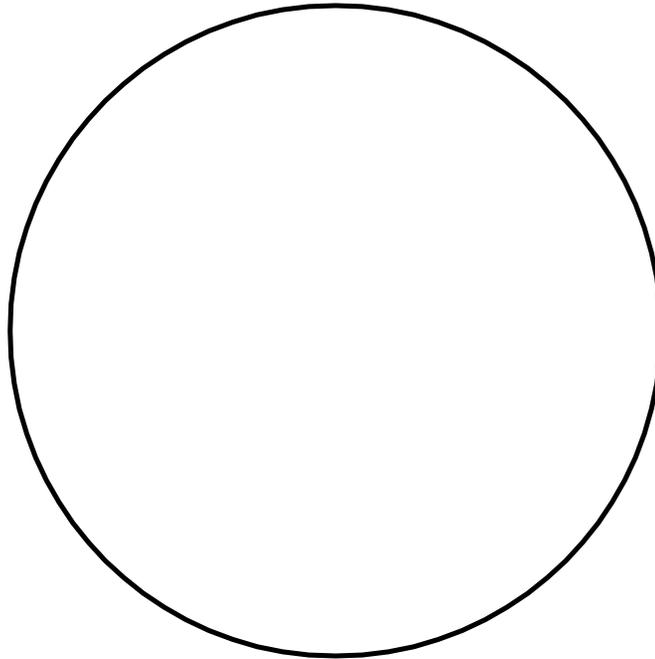


# L'odyssée des yeux

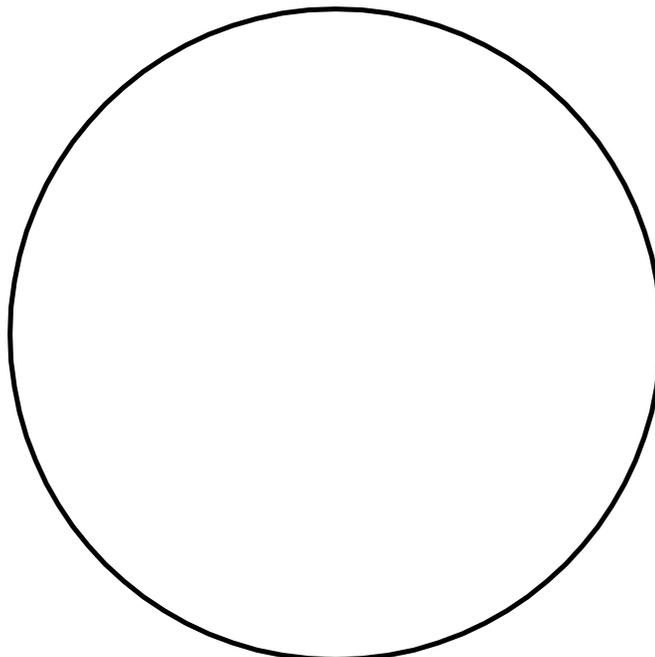
## Observations du Modèle-1

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Point de vue de la souris



Point de vue de l'abeille

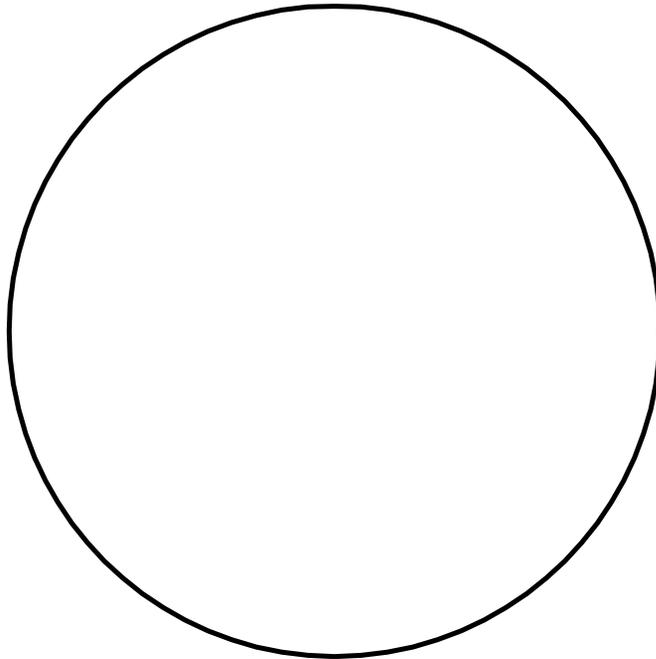


# L'odyssée des yeux

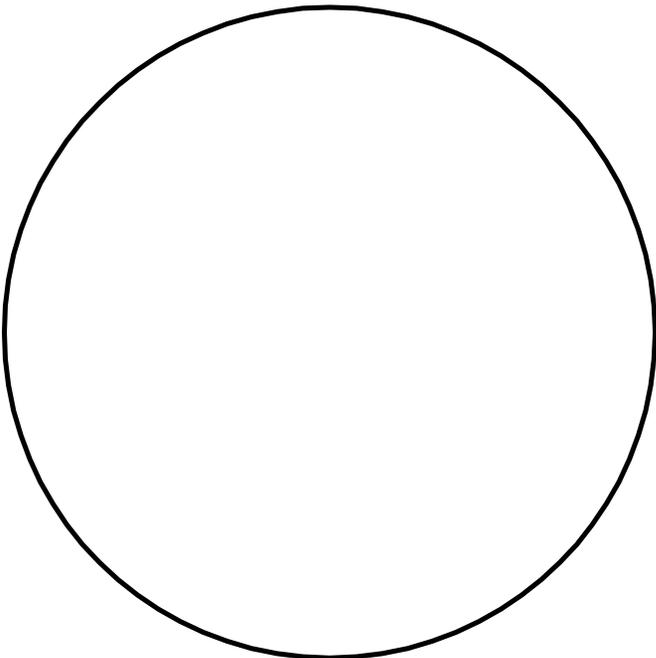
## Observations du Modèle-2

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Point de vue de l'oiseau



Point de vue du satellite



# L'odyssée des yeux

## Fiche technique de la carte avec symboles

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

	Type de couverture du sol	Symbole
	Exemple : <i>Route</i>	
	Exemple : <i>Arbre</i>	
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		

Utiliser le dos de cette feuille pour dessiner la carte avec symbole. Inclure les dimensions de la carte en centimètres (longueur et largeur).

# L'odyssée des yeux

## Niveau intermédiaire



### **Objectif général**

Familiariser les étudiants avec le concept de réalisation d'une maquette lié à l'acquisition de données à distance ainsi qu'avec le processus de numérisation des données.

### **Objectif spécifique**

Les étudiants utilisent la carte créée au début de l'activité pour réaliser une image numérisée. Au fur et à mesure de l'avancement de l'activité, ils verront pourquoi la vérification au sol des données satellite est nécessaire pour permettre aux scientifiques de créer des modèles précis des systèmes terrestres.

### **Compétences**

#### *Concepts scientifiques*

#### *Sciences et technologie*

Les scientifiques dépendent de la technologie pour améliorer le rassemblement et le traitement des données

#### *Science en tant que source d'informations*

La communication implique codage et décodage.

Les tableaux, graphiques et symboles sont des façons différentes de représenter des données.

Utiliser des données numériques pour décrire et comparer des objets, des événements.

#### *Géographie*

##### Principalement

Les cartes et des images satellites

##### Ensuite

Les caractéristiques, fonctions et applications des cartes, globes et images satellite.

#### *Enrichissement*

Les objets d'une image acquise à distance sont interprétés et numérisés en un code basé sur la réflexion de bandes de lumière des objets.

Les images codées sont transmises grâce à une antenne à un ordinateur pour y être stockées ou améliorées.

L'affichage des images est effectué par une conversion de données stockées en un format d'image couleur pour utilisateur.

### *Compétences scientifiques*

Observer, numériser et analyser une image.

### **Niveau**

Intermédiaire

### **Durée**

De deux à trois classes

### **Matériel et instruments**

Papier graphique

Les cartes et maquettes de *L'odyssée des yeux – niveau débutant*

Un transparent et les grilles de *L'odyssée des yeux*

Crayons de couleur

*Fiche de relevé de données numériques de L'odyssée des yeux*

### **Préparation**

Assembler le matériel

Faire une démonstration du processus de numérisation des données à l'ensemble de la classe avant que les étudiants ne travaillent avec leurs partenaires

### **Pré requis**

Les étudiant doivent savoir comment un satellite reçoit de l'information et la transmet à un ordinateur

*L'odyssée des yeux – niveau débutant* est nécessaire pour poursuivre cette activité.

**Note :** Cette activité présente des concepts similaires à ceux des étapes 8, 9 et 10 de *l'activité d'apprentissage Directions Relative et Absolue dans la Recherche GPS*.

## Contexte

Le soleil émet de l'énergie sous forme de lumière. Cette énergie lumineuse atteint la Terre. La lumière est composée de plusieurs bandes de lumière, la lumière visible incluse. La lumière visible est composée du rouge, de l'orange, du jaune, du vert, du bleu, de l'indigo et du violet. Chaque objet terrestre réfléchit la lumière visible de façon différente. Certains reflètent toute la lumière visible (ceux qui nous apparaissent blanc), certains absorbent toute la lumière visible (ceux qui nous apparaissent noirs), et d'autres réfléchissent d'une certaine façon chaque bande de lumière visible. Les satellites enregistrent la quantité de lumière qui leur est réfléchi par les objets au sol. Ils stockent cette information en tant que donnée ou code. Ces codes ou données sont visualisées sur ordinateur et sont appelés images satellite.

## Que faire et comment le faire

### Partie 1 : Comment sont conçues les images numériques

Les étudiants vont apprendre comment les satellites et les ordinateurs communiquent entre eux. Un étudiant sera le satellite, l'autre sera l'ordinateur. L'étudiant « satellite » scanne une photo noir et blanc et la traduit en code numérique. L'étudiant « ordinateur » va retraduire ce code pour reformer l'image.

1. Les étudiants fonctionnent en paires. Un est le satellite, l'autre l'ordinateur. Le satellite place le transparent et la grille de *L'odyssée des yeux* sur la photo noir et blanc du satellite de *L'odyssée des yeux*. Le satellite scanne la photo, case par case, en commençant par le coin gauche de la grille. Le satellite énonce un numéro de code à son (sa) partenaire ordinateur pour chaque case de la grille.
2. Le satellite interprète chaque case de la façon suivante :
  - Le satellite indique le début de chaque ligne par un « 0 ».
  - **Si la case est blanche :** le satellite interprète ce message comme un « 1 »
  - **Si la case est grise :** le satellite interprète ce message comme un « 2 »
  - **Si la case est noire :** le satellite interprète ce message comme un « 3 »

- **Si la case n'est ni toute blanche, ni toute grise, ni toute noire :** le satellite doit choisir entre « 1 », « 2 » ou « 3 ». Le satellite doit faire son choix en fonction de la couleur dominante (blanc, gris ou noir)

3. L'étudiant ordinateur traduit le code numérique sur une feuille de papier graphique, avec un crayon de papier, créant ainsi une image satellite. Il commence ou termine une ligne s'il entend « 0 », laisse une case blanche s'il entend « 1 », colore légèrement la case s'il entend « 2 » et noircit la case s'il entend « 3 ».

**Exemple :** Si les cases de la première ligne sont blanche, blanche, noire, principalement noire et celles de la seconde ligne sont blanche, grise, noire, principalement blanche et grise ; le satellite traduira cela en [01133200123120]. L'ordinateur écrit ce code et colorie les cases de la première ligne blanche, blanche, noire, noire et celles de la seconde ligne sont blanche, grise, noire, blanche et grise.

**Note :** Pour plus de pratique utiliser des images couleur et des grilles de différentes tailles.

### Partie 2 : Créer une image numérisée à partir de données d'une carte.

1. Fournir à chaque groupe un transparent quadrillé (grille de *L'odyssée des yeux*). Demander aux étudiants de placer ce transparent sur la carte de *L'odyssée des yeux - niveau débutant*.
2. Demander aux étudiants un code numérique et couleur (clé ou légende) pour les divers éléments de surface de la carte. Assigner à chaque élément de la carte une couleur et un nombre. Noter cela sur la fiche de relevé de données numériques de *L'odyssée des yeux*.
3. Demander aux étudiants de créer le code numérique pour leur carte :
  - Commencer et terminer chaque ligne par un « 0 ».
  - Scanner chaque ligne de la carte, en associant à chaque case le nombre du code décrit sur la fiche de relevé de données numériques de *L'odyssée des yeux*.
  - Noter les nombres dans le tableau de données.

- Relire les directives de la *Partie 1* de l'activité pour continuer.
4. Pour finir, demander aux étudiants de sélectionner les couleurs correspondantes au code numérique, pour reproduire la carte en tant qu'image numérisée sur du papier graphique.

### **Discussion et évaluation**

1. Regarder la carte.
  - a. Quelle différence y a-t-il avec l'image numérisée ?
  - b. Qu'est-ce qui est identique ?
  - c. L'image et la carte présentent-elles la même quantité de chaque type d'élément de surface ?
2. Regarder la maquette initiale.
  - a. Quelle différence y a-t-il avec l'image numérisée ?
  - b. Qu'est-ce qui est identique ?
  - c. L'image et la maquette présentent-elles la même quantité de chaque type d'élément de surface ?
  - d. regarder la carte. Chercher les différences et les similitudes entre la carte et la maquette initiale. Est-il possible d'en nommer deux de chaque ?
3. Comparer et mettre en contraste avec les cartes des autres groupes :
  - a. Comment déterminer si la carte est précise ou non ?
  - b. Qu'arrive-t-il aux éléments de couverture du sol de petite taille lorsqu'ils sont retranscrits en carte ou numérisés ?
  - c. Qu'arrive-t-il aux éléments de surface du sol qui ont une forme irrégulière ?
  - d. Comment ces changements affectent le type et la quantité d'éléments de couverture du sol ?
4. Quelle fonction réalise le satellite lorsqu'il crée une carte ?
5. Quelle fonction réalise l'ordinateur lorsqu'il crée une carte ?
6. Pourquoi les cartes de certains groupes sont différentes de celles d'autres ?
7. Les couleurs choisies doivent-elles représenter chaque type de couverture du sol pour refléter ce qui est observé sur le sol ?

8. En quoi éclairer la maquette d'une lumière bleue modifierait la numérisation de celle-ci ?

**Note :** La vérification au sol est faite dans certains protocoles de *Couverture du sol / Biologie*. Dans le protocole du *Site d'échantillon de couverture du sol*, les étudiants vérifient ce qui se trouve en réalité sur le sol avec ce qui est interprété sur une image satellite ou une maquette.

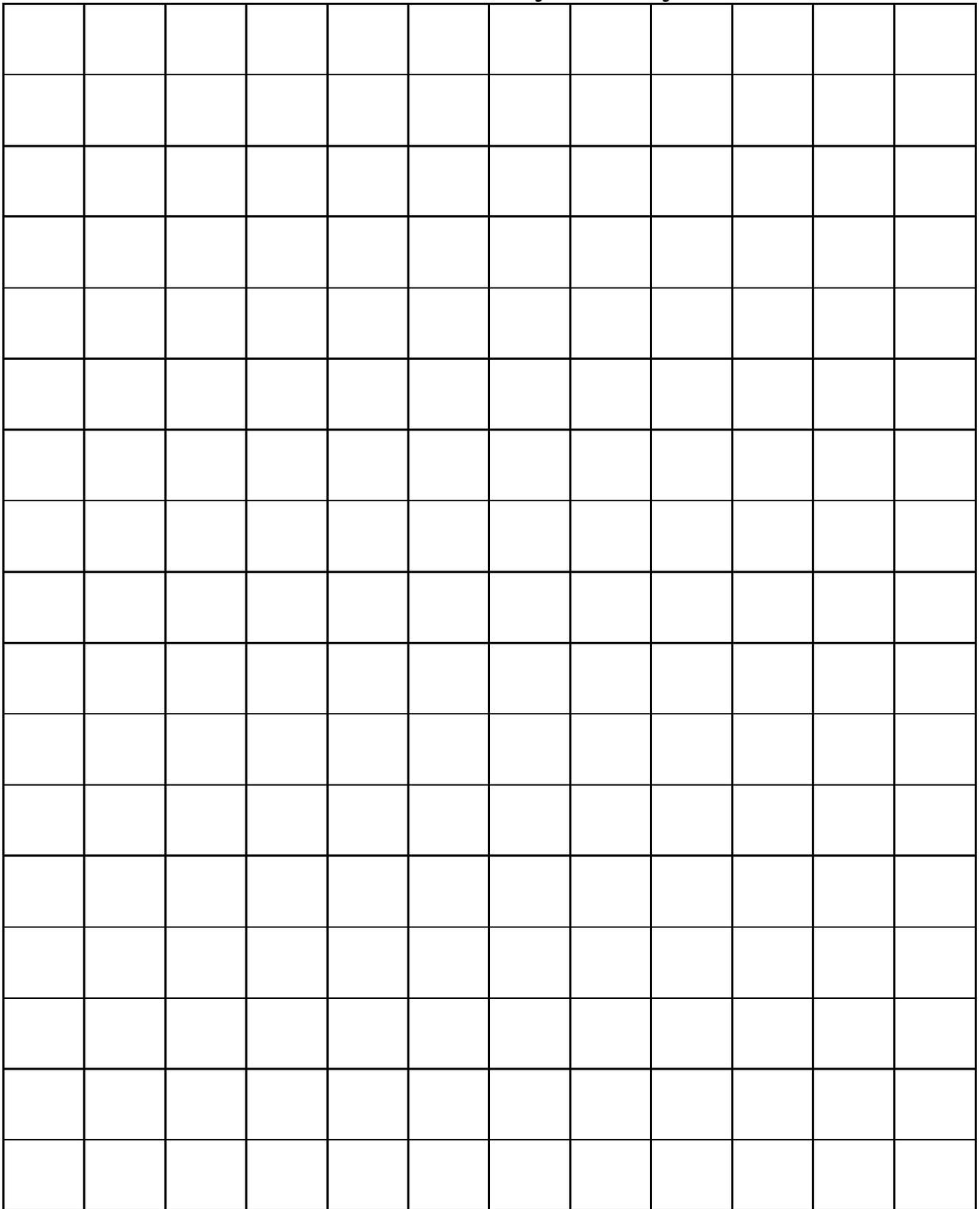
### **Extension**

Le satellite Landsat collecte les données pour le site d'étude GLOBE. Étiqueter les différentes parties du satellite Landsat et décrire leur fonction. Pour obtenir des diagrammes et des informations sur Landsat, voir le site internet GLOBE couverture du sol / Biologie sur <http://www.globe.unh.edu> ou sur le site internet de la NASA sur Landsat sur <http://geo.arc.nasa.gov/sgc/landsat/landsat.html>

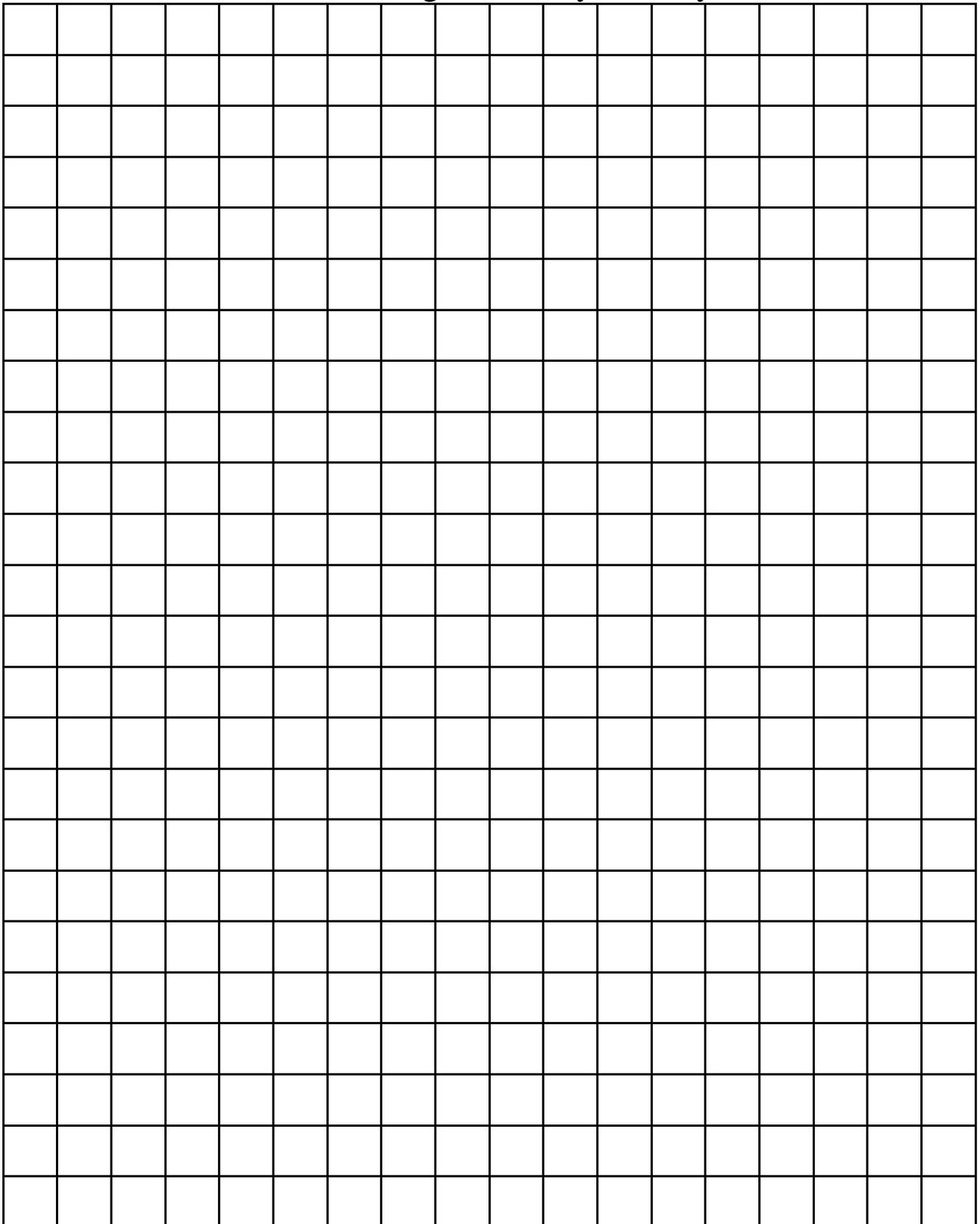
### **Remerciements**

L'art du satellite par Sherri Wormstead

## Grille de l'odyssée des yeux



## Petite grille de l'odyssée des yeux







# L'odyssée des yeux

## Niveau avancé



<p><b>Objectif général</b></p> <p>Aider les étudiants à comprendre la relation entre la technologie d'acquisition de données à distance, l'imagerie par ordinateur et l'évaluation de la surface du sol, et montrer comment un satellite transmet de l'information à un ordinateur</p> <p><b>Objectif spécifique</b></p> <p>Les étudiants traduisent leurs cartes en données numériques et échangent ces versions numérisées de leurs cartes avec des étudiants d'autres écoles ou classe pour qu'ils les traduisent en cartes en couleur. Chaque groupe d'étudiant recrée les images de terrain originales</p> <p><b>Compétences</b></p> <p><b>Concepts scientifiques</b></p> <p><i>Sciences et Technologie</i> Une bonne communication est une part essentielle de la science Communiquer implique codage et décodage Les tableaux, graphiques et symboles sont des façons différentes de représenter des données.</p> <p><i>Géographie</i> <u>Principalement</u> Les cartes et des images satellites</p> <p><i>Enrichissement</i> L'affichage des images est effectué par une conversion de données stockées en un format d'image couleur pour utilisateur.</p>	<p><b>Compétences scientifiques</b></p> <p>Observer, interpréter et classer une image à partir des données fournies. Analyser comment l'interprétation des images peut différer entre les groupes.</p> <p><b>Niveau</b></p> <p>Tout niveau</p> <p><b>Durée</b></p> <p>De trois à quatre classes</p> <p><b>Matériel et instruments</b></p> <p>Du papier millimétré Des crayons de couleur Les cartes/images numérisées et produites lors de la partie 2 de <i>L'odyssée des yeux, niveau intermédiaire</i> Internet (facultatif)</p> <p><b>Préparation</b></p> <p>Assembler le matériel</p> <p><b>Pré requis</b></p> <p>Les <i>Odyssée des yeux, niveau débutant</i> et <i>niveau intermédiaire</i> sont nécessaires pour compléter cette activité.</p> <p><b>Note :</b> Cette activité présente des concepts similaires à ceux des étapes 8, 9 et 10 de <i>l'activité d'apprentissage Directions Relative et Absolue de la Recherche GPS</i>.</p>
--	---

## Que faire et comment le faire

1. Dans l'activité précédente, *L'odyssée des yeux – niveau intermédiaire*, les étudiants ont traduit leurs cartes en données numériques. Écrire ces données dans un éditeur de texte. Écrire « 0 » pour débiter et terminer chaque ligne de la carte. Il n'est pas nécessaire de revenir à la ligne lorsqu'une ligne de la carte est finie, de façon à ce que le motif de la carte ne soit pas visible dans le message.

### Exemple :

```
011112200111133002464340024644400255655004444444001111220011113300111133
001111220011113300111133002464340024644400255655004444444001111220011113
300246434002464440025565500246434002464440025565500444444400111122002556
550044444440011112200111133001111330011112200111133001111330024643400246
44400255655004444444001111220
```

2. Inclure la clé (de la fiche de relevé de données numérisées de *L'odyssée des yeux*) pour traduire le code en couleur.

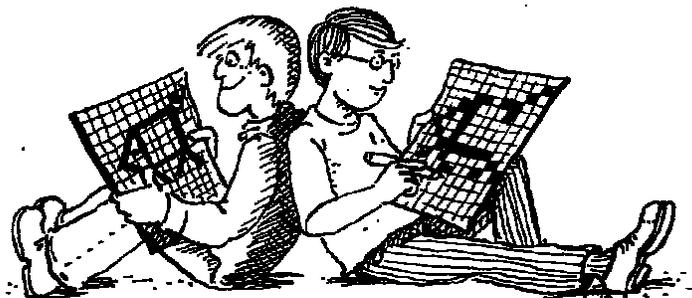
### Exemple :

1 violet  
2 indigo  
3 vert  
4 jaune  
5 orange  
6 rouge

3. Échanger les clés et les codes numérisés avec les étudiants d'autres classe ou école. Cet échange peut se faire par internet, en échangeant des disques entre classe ou école, ou simplement en échangeant des copies papiers de ces informations.
4. Une fois que les étudiants ont reçu les codes des autres écoles ou classe, ils doivent les traduire en utilisant la clé. Les étudiants produisent alors une image en fausse couleur.
5. Renvoyer les cartes traduites à l'école d'origine pour vérification.

## Discussion

1. Quels sont les types de couverture du sol dominants sur l'image en fausse couleur ?
2. Est-il possible de récréer un croquis d'une carte ou une maquette d'une région, à partir d'une image en fausse couleur ?



Source: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Association pour une éducation à l'environnement, République Tchèque

# Estimation de l'exactitude : les becs d'oiseaux



## **Objectif général**

Evaluer quantitativement la précision d'une classification et comprendre une matrice simple de différences/erreurs.

## **Objectif spécifique**

Les étudiants doivent classer les oiseaux selon trois catégories basées chacune sur le type de bec de l'oiseau : carnivore (mangeur de viande), herbivore (mangeur de plantes) ou omnivore (mangeur de viande et de plantes).

Les étudiants comparent ensuite leurs réponses avec des données de validation, et génèrent une matrice de différences/erreurs. Les étudiants doivent ensuite discuter des différentes possibilités d'améliorer leur classification, en fonction des erreurs qu'ils auront identifiées à partir de la matrice des différences/erreurs.

## **Compétences**

### *Concepts scientifiques*

*Sciences de la Terre et de l'Espace*

Les organismes s'adaptent à leur environnement.

*Sciences physiques*

Les objets ont des propriétés observables, qui peuvent être mesurées en utilisant ces mêmes propriétés.

### *Compétences scientifiques*

Identifier un critère de décision pour construire un système de classification, et l'utiliser pour classer les oiseaux.

Collecter et interpréter des données de validation.

Utiliser des données numériques pour décrire et comparer l'exactitude de la classification construite.

Identifier les questions auxquelles on peut apporter une réponse.

Concevoir et mener un protocole scientifique.

Utiliser les outils mathématiques adéquats pour traiter les données.

Développer des outils descriptifs et prédictifs basés sur des preuves.

Reconnaître et analyser des explications alternatives.

Communiquer concernant ses procédures, ses descriptions et ses prédictions.

Capacités spécifiques.

## **Durée**

Une classe

## **Niveau**

Intermédiaire et avancé

## **Matériel et instruments**

- Série d'images d'oiseaux du professeur
- Fiche de validation du professeur
- Affiche avec un exemple de feuille de travail pour la classification des oiseaux
- Une série d'images d'oiseaux pour chaque groupe d'étudiants.
- Un guide d'activité de l'étudiant pour chaque groupe d'étudiants.

## **Préparation**

Photocopiez les feuilles de travail des étudiants, et les séries d'images d'oiseaux sans les réponses au dos.

## **Pré requis**

Capacité à classer (voir l'activité d'apprentissage de classification des feuilles d'arbres).

Connaissance des fractions et/ou des pourcentages.

## Contexte

Lors de l'activité d'apprentissage *Classification des feuilles d'arbres*, les étudiants ont appris à créer et à utiliser un système de classification. Dans cette activité, les étudiants vont apprendre à déterminer leur degré de réussite lors de la création d'un tel système de classement.

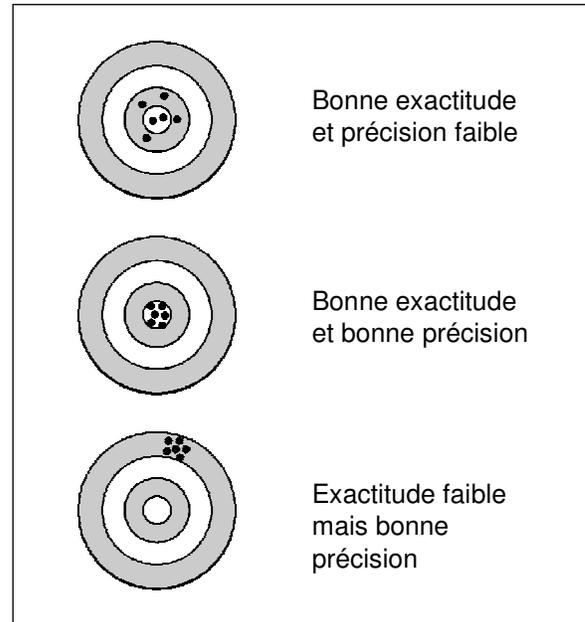
Les scientifiques sont amenés à classer de nombreux éléments de notre environnement, tels que les espèces animales, les plantes, les types de couverture du sol ou encore les différents types de sols. La capacité de classement (ou de regroupement) est indispensable pour arriver à organiser et comprendre la nature. Un exemple de mesure à distance pourrait être la création d'une carte de la couverture du sol, en utilisant des données satellites pour établir une classification. Puisque cette carte sera peut-être utilisée comme base pour prendre des décisions, il est important de connaître son exactitude. Comparer les résultats de sa classification avec des données exactes (appelées données de validation) est appelé **estimation d'exactitude**. Cette comparaison est représentée dans un tableau appelé **matrice des différences/erreurs**. Les pourcentages exprimant l'exactitude de la classification sont calculés à partir de cette matrice.

*Cette activité d'apprentissage* va introduire ces concepts à partir d'une classification très simple des oiseaux, en utilisant seulement la forme de leur bec. Chaque étudiant ou groupe d'étudiants va devoir classer 10 oiseaux comme étant soit herbivores, soit carnivores, soit omnivores. Chaque groupe va alors établir une matrice des différences/erreurs en comparant sa classification avec les données de validation fournies. Les étudiants de GLOBE vont devoir utiliser exactement le même procédé pour évaluer l'exactitude des cartes qu'ils vont établir à partir des images satellites de leur site d'étude GLOBE. Les sites d'étude de la couverture du sol visités

directement au sol seront utilisés comme données de validation pour les cartes générées par les étudiants à partir des données satellites.

### Concepts et mots-clés

**Exactitude:** L'exactitude est le degré de conformité à un standard ou à une valeur communément acceptée. Ce n'est pas la même notion que la précision. La précision est la capacité à reproduire une même mesure, ou à obtenir des résultats proches les uns des autres.



**Matrice des différences/erreurs:** Une matrice des différences/erreurs est un tableau de nombres organisés en lignes et colonnes, qui compare un système de classification à des données de validation. Les colonnes représentent les données de validation tandis que les lignes représentent la classification établie par les étudiants. Ce type de matrices est un moyen très efficace de représenter l'exactitude. Les classifications correctes et incorrectes peuvent être comparées pour chaque catégorie, ce qui permet d'améliorer l'exactitude de la classification. Vous pouvez vous reporter au *Tutoriel pour l'estimation d'exactitude* en annexe pour plus d'informations.

**Données de validation:** Les données de validation sont par hypothèse collectées avec un degré d'exactitude très bon. Une classification d'objets (des oiseaux dans cet exercice) est alors

comparée aux données de validations. Cela permet d'une part d'améliorer le critère de décision de la classification, d'autre part de mieux comprendre les sources d'erreurs de la classification, et enfin d'évaluer l'exactitude des données issues de la classification.

## Dialogue préparatoire

Afin de préparer vos étudiants à cette activité, discutez des points suivants avant de lancer l'activité.

- Pourquoi organise-t-on les objets en catégories ?
- Comment classe-t-on ces objets ?
- Donnez trois exemples d'objets couramment classés en diverses catégories.

## Possibilités d'adaptation de l'activité

1. Une représentation visuelle peut être utilisée au lieu de calculer mathématiquement l'exactitude globale.

- Créez une grille de 3x3 cases sur une feuille de papier, et organisez les cases comme pour une matrice des différences/erreurs. Représentez visuellement le nombre d'oiseaux dans chaque case par un graphique, ou en empilant réellement des blocs sur chaque case. Les piles les plus hautes devraient être sur la diagonale.

- Si la classe a accès à un ordinateur muni d'un tableur, un graphe 3D peut être utilisé pour visualiser le résultat.

La Figure LAND-BI-1 montre les données issues de l'exemple de matrice de différence/erreurs.

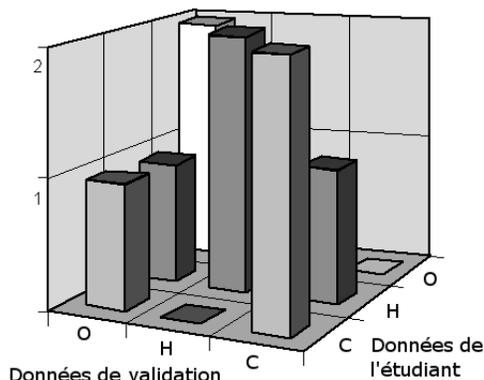


Figure LAND-BI-1: Exemple de matrice de différence/erreurs en 3D

2. La classe entière peut aussi créer une matrice des différences/erreurs unique au tableau.

## Validation

1. Discutez les résultats de l'activité en vous basant sur les questions suivantes :

- Comment ont varié les résultats des différents étudiants ?
- Selon les étudiants, que s'est-il passé ?
- Quelles autres classifications peuvent être comparées en utilisant une matrice des différences/erreurs ? (par exemple des cartes de la couverture du sol, à comparer avec des données soigneusement recueillies sur site en personne).

2. Ajoutez deux paires de données supplémentaires (une paire : classification et données de validation) et demandez aux étudiants d'ajouter ces données à leur matrice d'erreur et de recalculer tout changement dans l'exactitude.

3. Demandez aux étudiants d'expliquer :

- Comment la matrice des différences/erreurs est construite.
- Comment sont entrées les données
- Comment calculer l'exactitude globale.

4. Examinez votre matrice des différences/erreurs pour identifier les erreurs les plus communes.

5. Pour les étudiants plus performants, expliquez la différence entre l'exactitude « utilisateur » et l'exactitude « producteur ».

## Ouvrages de référence

*Peterson's Field Guide to Birds*

*Audubon Field Guides*

*The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World.*

Consultant en chef Dr. C. Perrins.

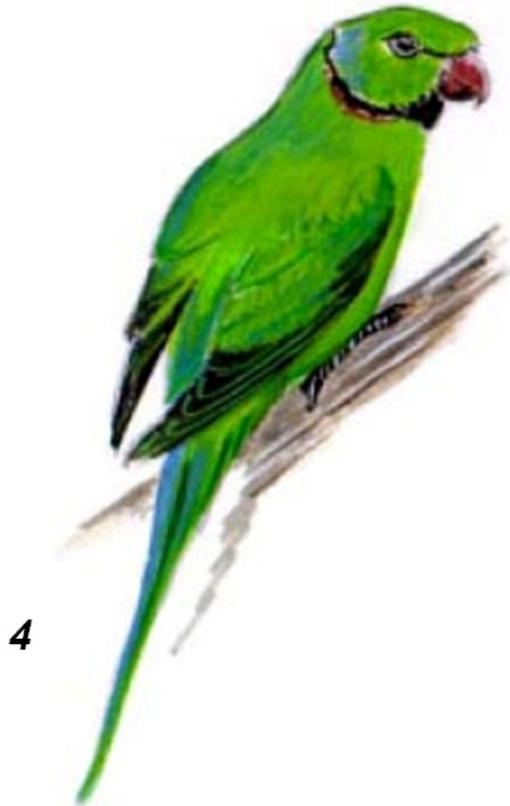
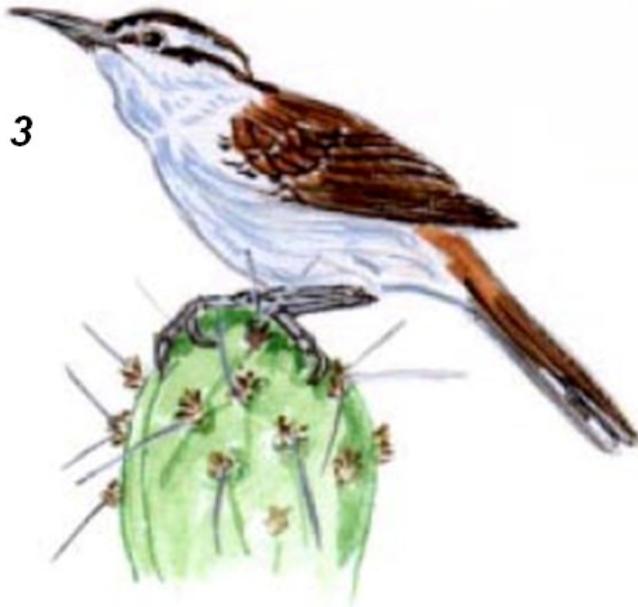
New York: Prentice Hall Press, 1990.

Reportez-vous à des ressources locales pour des guides régionaux

## Validation

Graphisme de Linda Isaacson





**2. Étourneau sansonnet**  
(*Sturnus vulgaris*)

Cet oiseau, qui mesure 21cm, vit dans les bois, les parcs et les jardins d'Europe et d'Asie occidentale. Il a été introduit en Amérique du Nord, en Amérique du Sud, dans le sud de l'Australie et en Nouvelle Zélande. Il se nourrit de plantes et d'animaux.

Classification:

OMNIVORE

**1. Verdier d'Europe**  
(*Carduelis chloris*)

Cet oiseau de 14.5cm vit dans les bois ouverts, les buissons et les jardins en Europe, Afrique du Nord, Asie Mineure, Moyen-Orient, et Asie Centrale. Son régime est constitué de noix et de graines, en particulier des graines de tournesol et des cacahuètes.

Classification:

HERBIVORE

**4. Perruche à Collier**  
(*Psittacula krameri*)

Cet oiseau de 41cm vit dans les terrains boisés ou cultivés en Afrique Centrale jusqu'à Uganda à l'Est, en Inde, au Sri-Lanka, et a été introduit au Moyen-Orient et en Asie de l'Est, Amérique du Nord, Royaume-Uni, Hollande, Belgique, et dans l'Ouest de l'Allemagne. Il se nourrit de graines ou de fruits qui ne sont pas encore arrivés à maturité.

Classification:

HERBIVORE

**3. Troglodyte Bicolore**  
(*Campylorhynchus griseus*)

Cet oiseau de 22cm vit dans les savanes sèches, les zones où poussent des cactus, et les bois en Colombie, au Venezuela, dans le nord du Brésil et en Guyane. Il se nourrit d'insectes et de leurs œufs en observant les fissures du sol et en y glissant son bec.

Classification:

CARNIVORE



5



6



7



8

## 6. Merle Fauve

(*Turdus grayi*)

Cet oiseau, mesurant entre 23 et 24cm, vit en bordure des bois et dans les clairières, généralement près des rivières, dans le sud du Mexique, en Amérique Centrale, et sur les côtes de Colombie. Il se nourrit d'insectes, de vers, de limaces et de lézards, mais également de fruits.

Classification

:

OMNIVORE

## 5. Brubru Africain

(*Nilaus afer*)

Cet oiseau de 15cm vit dans les bosquets au milieu de la savane, et parfois en bordure des forêts en Afrique tropicale. Il mange des insectes qu'il attrape au vol.

Classification:

CARNIVORE

## 8. Geai des Chênes

(*Garrulus glandarius*)

Cet oiseau vit dans les bois de chênes et les champs d'Europe de l'Ouest, à travers l'Asie jusqu'au Japon, et en Asie du Sud-Est. Il se nourrit d'insectes, de noix de hêtre, et de glands.

Classification

OMNIVORE

## 7. Durbec des Pins

(*Pinicola enucleator*)

Cet oiseau de 20cm vit dans les forêts de conifères et les broussailles du Nord et de l'Ouest de l'Amérique du Nord, en Scandinavie et en Sibérie. Il se nourrit de baies et de bourgeons tombés au sol ou directement sur les arbres.

Classification:

HERBIVORE



9



10

## 9. Grimpereau des Bois

(*Certhia familiaris*)

Cet oiseau de 12.5cm vit dans les zones boisées, en particulier les forêts de conifères d'Europe de l'Ouest et du Japon. Il mange des insectes et leurs œufs trouvés sur l'écorce des arbres.

Classification:

CARNIVORE

## 10. Grive Solitaire

(*Catharus guttatus*)

Cet oiseau de 15 à 20cm vit dans les zones boisées, en bordure des forêts, et dans les fourrés d'Amérique Centrale et d'Amérique du Nord. Il se nourrit d'insectes, d'araignées, d'escargots, de vers et de salamandres, mais également de fruits et de graines.

Classification:

OMNIVORE

**Référence:** *The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World.*

Consultant en chef : Dr. C. Perrins. New York: Prentice Hall Press, 1990.

Tableau LAND-BI-1: Fiche de relevés de données de validation pour la classification des oiseaux

<b>n° de l'oiseau</b>	<b>Nom de l'oiseau</b>	<b>Classification</b>
1	Verdier d'Europe	Herbivore
2	Etourneau Sansonnet	Omnivore
3	Troglodyte Bicolore	Carnivore
4	Perruche à Collier	Herbivore
5	Brubru Africain	Carnivore
6	Merle Fauve	Omnivore
7	Durbec des Pins	Herbivore
8	Geai des Chênes	Omnivore
9	Grimpereau des Bois	Carnivore
10	Grive Solitaire	Omnivore

# Estimation de l'exactitude d'une classification de becs d'oiseaux

Guide d'activité de l'étudiant

Nom: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

## Aperçu

Les scientifiques sont amenés à classer de nombreux objets de notre environnement, tels que les espèces animales, les types de couverture du sol, les types de roche. Ces classifications, ou catégories, nous aident à organiser et comprendre le milieu naturel. Pour que ces classifications soient utiles aux scientifiques, il faut savoir dans quelle mesure elles sont exactes. Une matrice des différences/erreurs est un outil simple pour estimer l'exactitude d'une procédure de classification. Cette matrice des différences/erreurs nous indique également où sont situées les difficultés ou les erreurs de classement.

## Matériel

Une série de 10 images d'oiseaux, et les fiches *Exemples de becs d'oiseaux*, *Feuille de travail d'estimation de l'exactitude pour les becs d'oiseaux*, *Feuille de travail de matrice différences/erreurs pour les oiseaux*.

## Que faire et comment le faire ?

Dans l'activité qui suit, vous allez devoir classer les oiseaux selon différentes catégories :

Symbole	Classification	Description	Préférence de régime
C	carnivores	mangeurs de viande	poisson, viande, insectes, vers, petits mammifères
H	herbivores	mangeurs de plantes	végétation, graines, noix et baies
O	omnivores	mangeurs de plantes et de viande	tous les régimes ci-dessus

La taille et la forme des becs des oiseaux renseignent généralement sur leur régime. De nombreux oiseaux sont cependant opportunistes, et n'hésitent pas à compléter leur régime habituel avec d'autres types de nourriture lorsque le besoin s'en fait sentir.

### Types de becs d'herbivores



*Type Pinon* : Des becs lourds en forme de cale permettent de briser les noix et les graines



*Type Perroquet* : Le bec très épais et courbé permet également de casser des noix ou de déchirer des fruits. Le bec supérieur sert de poinçon, son extrémité courbée dépasse généralement le bec inférieur.

### Types de becs de carnivores



*Type mangeur d'insectes*: Long et effilé, légèrement courbé. Utilisé pour déloger insectes et araignées dans le sol et l'écorce.



*Type mangeur de viande* : Plus court que le mangeur d'insectes, le bec supérieur courbé et pointu dépasse. L'inférieur, qui est droit, sert à découper la viande.

### Types de becs d'omnivores



*Type Geai* : Large et modérément long. Sert à manger les insectes, les fruits, les graines, et même les charognes.



*Type Grive*: Plus court et fin que le type Geai. Sert également pour manger la viande, les plantes, et les insectes.

# Estimation de l'exactitude d'une classification de becs d'oiseaux

## Guide d'activité de l'étudiant - 2

Nom: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

### Procédure

1. Observez chacun des oiseaux sur les cartes fournies (numérotées de 1 à 10) et classez-les en tant que carnivores, herbivores, ou omnivores. Notez chaque réponse dans la colonne "Classification de l'étudiant".
2. Votre professeur vous fournira ensuite les données à noter dans la colonne "Données de validation". Assurez-vous de les noter correctement, car ces données seront nécessaires pour compléter la matrice des différences/erreurs de votre classification d'oiseaux.
3. Observez les dix paires de données, et marquez chaque paire correcte d'un "O" et chaque paire incorrecte d'une croix "X" dans les dernières colonnes.

n° de l'oiseau	Classification de l'étudiant	Données de validation	O	X
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

4. Remplissez la matrice des différences/erreurs ci-dessous en utilisant le *Guide de terrain Estimation de l'exactitude : les becs d'oiseaux*.

**Matrice des différences/erreurs des oiseaux**  
Données de validation

		Données de validation			Totaux lignes
		Carnivore	Herbivore	Omnivore	
Classification de l'étudiant	Carnivore				
	Herbivore				
	Omnivore				
	Totaux colonnes				

**Faites vérifier votre matrice par votre professeur lorsque que vous avez entré toutes les paires de données, et calculé les totaux de toutes les lignes et de toutes les colonnes.**

# Estimation de l'exactitude d'une classification de becs d'oiseaux

## Guide d'activité de l'étudiant - 3

Nom: \_\_\_\_\_ Date: \_\_\_\_\_

**Remarque:** Les nombres situés dans les cases grisées (la diagonale principale, à l'exception de la case située dans le coin inférieur droit), sont correctement classés. Étudiez les autres cases de la matrice pour découvrir les classifications incorrectes. La matrice des différences/erreurs pour les oiseaux indique les classes les plus difficiles à identifier. Les nombres situés en dehors de la diagonale principale représentent les classifications "incorrectes".

Quelle case de différence/erreur contient le nombre le plus élevé ?

5. Calculez l'exactitude globale de votre classification, comme décrit dans le *Guide de terrain de l'étudiant* pour l'activité *Estimation de l'exactitude : les becs d'oiseaux*.

### **Discussion**

1. Avez-vous rencontré des difficultés à classer correctement une catégorie particulière ? Si oui, pourquoi ?
2. Comment pourriez-vous réduire le nombre d'erreurs la prochaine fois ?
3. Quelles autres manières de classer les oiseaux pouvez-vous proposer ?
4. Avez-vous des suggestions pour améliorer le critère de classification ?
5. Comment varient les résultats des autres étudiants ? Comparez votre matrice avec les leurs pour voir qui a le plus grand nombre de réponses exactes et pour voir si les autres groupes ont eu des problèmes avec les mêmes catégories que vous. Quelles sont les origines des erreurs ?
6. Quels autres relevés pourraient être effectués pour évaluer la qualité des données ?

### **Pour aller plus loin**

1. Combinez toutes les données de la classe pour créer une matrice des différences/erreurs pour la classe entière. Calculez l'exactitude globale de la classe. À votre avis, entre votre classification et celle de la classe, laquelle est la plus exacte ? Pourquoi ?
2. Essayez de développer votre propre critère de classement pour un groupe d'objets (par exemple les insectes).

# Estimation de l'exactitude d'une classification de becs d'oiseaux



## Guide de terrain de l'étudiant

### Tâche:

Estimer l'exactitude de votre classification d'oiseaux. Vous allez pour cela créer et analyser une matrice des différences/erreurs.

### Matériel et instrumentation :

- Une feuille de travail de classification des oiseaux remplie (voir *guide d'activité de l'étudiant - 2*)

n° de l'oiseau	Classification de l'étudiant	Données de validation		
1	O	H		
2	O	O		
3	C	C		
4	H	H		
5	C	C		
6	C	O		
7	H	H		
8	O	O		
9	H	C		
10	H	O		

- Papier millimétré ou papier blanc
- Crayon ou stylo
- Calculatrice
- Règle ou objet bien droit

### 1. Construisez une matrice des différences/erreurs **vide**.

- Vous devez prévoir une ligne et une colonne pour chacune des catégories de votre classification.
- Ajoutez deux lignes et deux colonnes supplémentaires pour les titres et les totaux.

**Remarque:** La matrice donnée en exemple ci-contre est grisée pour mettre en évidence les titres, totaux, et données correctes. Il n'est pas nécessaire de griser votre matrice.


### 2. Identifiez les zones de votre matrice avec des titres

- Nommez le haut "données de validation"
- Nommez la partie gauche "Classification de l'étudiant"
- Nommez les lignes et colonnes selon les catégories de votre classification des oiseaux (C, H ou O). Organisez les classes dans le même ordre pour les lignes (de haut en bas) et les colonnes (de gauche à droite).

		Données de validation			
		C	H	O	totaux lignes
Class. étudiant	C				
	H				
	O				
totaux colonnes					

- d. Nommez la dernière ligne "totaux colonnes"  
 e. Nommez la dernière colonne "totaux lignes"

**3. Remplissez la matrice pour chaque ligne de données de votre classification.**

- a. Trouvez la ligne de votre matrice correspondant à votre "classification de l'étudiant".

Par exemple, sur la première ligne de votre classification, vous avez choisi "O" (omnivore)

**Données de validation**

	C	H	O	Totaux lignes
Class. étudiant				
C				
H				
O				
Totaux colonnes				

- b. Trouvez la colonne de la matrice qui correspond aux données de validation.

Par exemple, sur la première ligne de votre classification, la donnée de validation est "H" (herbivore).

**Données de validation**

	C	H	O	Totaux Lignes
Class. étudiant				
C				
H				
O				
Totaux colonnes				

- c. Placez une marque (I) dans la case correspondant à l'intersection de la ligne et de la colonne repérées.

**Données de validation**

	C	H	O	total ligne
Class. étudiant				
C				
H				
O		I		
total colonne				

- d. Répétez la même procédure pour chaque ligne de votre tableau de classification (c'est-à-dire 10 fois, une fois par oiseau, dans notre activité).

**Données de validation**

	C	H	O	total ligne
Class. étudiant				
C				
H				
O				
total colonne				

#### 4. Calculez les totaux

a. Calculez les totaux des lignes, en sommant pour chaque ligne toutes les marques, et en inscrivant le total dans la dernière case.

Données de validation					
	C	H	O	total ligne	
Class. étudiant	C				3
H					
O					
total colonnes					

b. Calculez les totaux des colonnes, en sommant pour chaque colonne toutes les marques, et en inscrivant le total dans la dernière case.

Données de validation					
	C	H	O	totaux lignes	
Class. étudiant	C				3
H					4
O					3
totaux colonnes	3				

#### c. Nombre total d'échantillons

Sommez les cases "totaux lignes" :  $3 + 4 + 3 = 10$

Sommez les cases "totaux colonnes" :  $3 + 3 + 4 = 10$

Les deux sommes ainsi calculées doivent être égales, et on doit retrouver le nombre d'échantillons de la classification (ici, nous avons travaillé sur 10 oiseaux).

Inscrivez ce nombre dans la case en bas à droite. Si les sommes ne sont pas égales, vérifiez vos marques et vos calculs.

Données de validation					
	C	H	O	Totaux lignes	
Class. étudiant	C				3
H					4
O					3
Totaux Colonnes	3	3	4		10

#### 5. Calculez l'exactitude globale

$$\text{Exactitude Globale} = \frac{\text{somme des marques diagonales}}{\text{nombre d'échantillons}} \times 100$$

Ajoutez les marques des cases de la diagonale principale, à l'exception de la dernière case en bas à droite. Divisez ce nombre par le nombre d'échantillons, c'est à dire le nombre inscrit dans la dernière case en bas à droite. Multipliez le résultat par 100 pour le convertir en pourcentage.

$$\text{Exactitude Globale} = \frac{(2 + 2 + 2)}{10} \times 100 = 60\%$$

Données de validation					
	C	H	O	Totaux lignes	
Class. étudiant	C				3
H					4
O					3
Totaux colonnes	3	3	4		10

# Zone de découverte

## Activité post-protocole e



### **Objectif général**

Utiliser une carte de type couverture du sol pour prendre des décisions en accord avec l'environnement

### **Objectif spécifique**

Les étudiants analysent leurs cartes de type couverture du sol pour déterminer où placer un hôpital tout en considérant les potentiels impacts environnementaux. Les étudiants présentent leur travail dans une réunion de type municipale. A la fin de la réunion, les étudiants devraient prendre une décision finale.

### **Compétences**

#### *Concepts scientifiques*

##### *Science de la vie*

La Terre possède de nombreux environnements différents acceptant différentes combinaisons d'organismes.

L'Homme peut changer son environnement.

##### *Géographie*

Comment l'Homme modifie son environnement

#### *Compétences scientifiques*

Utiliser une carte de type couverture du sol pour discuter comment une structure va affecter les organismes en utilisant un type particulier d'étendue du terrain.

Analyser différents scénarios qui changent les types couverture du sol d'une surface.

Evaluer différentes solutions à de nombreux scénarios.

Identifier les questions auxquelles on sait répondre.

Réaliser et conduire une recherche scientifique.

Utiliser les mathématiques appropriées pour analyser les données. Développer les descriptions et prévisions grâce au bon sens.

Reconnaître et analyser des explications autres.

Communiquer les procédures, descriptions, et prédictions.

### **Niveau**

Tous

### **Durée**

De deux à quatre cours

### **Matériel et instruments**

Cartes classifiées de type couverture du sol de *Interprétation à la main* ou *Protocoles non-supervisés de cartes groupées*.

### **Pré-requis**

*Interprétation à la main* ou *Protocoles non-supervisés de cartes groupées*.

Familiarité avec les thèmes : dominant, sous-dominant, rare, et isolé

Qualités de présentation en groupe

### **Que faire et comment le faire**

1. Diviser la classe en groupes de trois ou quatre.
2. Discuter quels types couverture du sol sont classifiées sur leurs cartes de type couverture du sol. Les laisser les lister dans le tableau dans 6. *Feuille d'organisation de l'hôpital.*
3. Avec la classe, discuter à fond de chacun des types couverture du sol. Vous pouvez vouloir utiliser les idées et les questions ci-dessous pour guider la discussion. Faites très attention aux constituants aussi bien vivants que non-vivants.
  - Y a-t-il de la végétation sur ce type de couverture du sol ? Quelle sorte ?
  - Quels animaux dépendent de cette végétation dans ce type de couverture du sol ?
  - De combien ces plantes et ces animaux ont-ils besoin de superficie convenable ?
  - Quel rôle joue le type couverture du sol dans la ligne de partage des eaux.
  - Comment sont reliés les différents types de couverture du sol les uns par rapport aux autres ?
  - Y a-t-il des parcs protégés ou des aires menacées ?
4. Chaque groupe doit décider trois emplacements les plus souhaitables pour un hôpital, incluant les lots de parking et les routes.
  - Utilisant le diagramme, les étudiants comparent les surfaces de couverture du sol. Comment le 1. développement proposé affectera-t-il les plantes et les animaux dans ces endroits ? Comment ces terrains sont-ils actuellement utilisés ?
  - Les étudiants discutent des options avec 3. leur groupe et réduisent leurs décisions à une seule.
5. Une fois qu'ils ont diminué leur nombre de choix, les étudiants font un tableau de présentation avec leur proposition et préparent une présentation pour la classe expliquant le choix de leur site.
  - Agrandir l'image originale classifiée pour que les surfaces où le terrain s'étend

soient aisément reconnaissables.

- Placer l'hôpital, la route et les lots de parking qui vont faire partie du développement sur l'image classifiée, en basant leur taille sur celle des autres bâtiments dans l'image.

Rencontre municipale : Chaque groupe explique le choix de son emplacement pour l'hôpital. Chaque présentation est destinée à persuader les camarades de classe que l'équipe a choisi le meilleur emplacement. Les étudiants jouent le rôle des citoyens. On encouragera les questions posées à propos des conséquences sur l'environnement.

**Note:** Pour rendre l'exercice plus réel, on peut assigner des rôles aux étudiants: infirmière, garde forestier, chômeur, un défenseur de la ligne de partage des eaux, étudiant, conseil d'administration hospitalier, personne malade, propriétaire d'hôtel, nouveau docteur, etc. Chaque étudiant doit jouer un rôle durant le choix de l'emplacement et/ou pendant l'imitation de la réunion de ville.

7. Après avoir assisté à toutes les présentations, demander à chaque étudiant ou groupe d'indiquer quel emplacement ils ont préféré et pourquoi. Voter pour la meilleure place pour l'hôpital.

### **Discussion**

1. Les étudiants sont-ils d'accord pour la décision ? Pourquoi ou pourquoi pas ?
2. Pourrait-il y avoir plus d'une seule réponse ?
3. Comment la classe/ les étudiants ont-ils décidé de l'emplacement final ? Quelles considérations ont joué les rôles les plus importants ? Type de couverture du sol ? Vie des animaux ? Vie des plantes ? Source d'eau ? Terrain mouillé ? Perte de bâtiments ? Tentative de limitation de nouvelles routes ? Existence d'utilisation de terrain ? Besoin pour l'hôpital à l'intérieur des frontières de leur site d'étude de GLOBE ? Etc.

## **Evaluation**

1. Une rubrique peut être créée pour la présentation. Cela pourrait inclure : tous les membres participent à la présentation, l'habileté des groupes à travailler ensemble pour prendre des décisions, toutes les idées acceptées pour la discussion, les capacités comme le fait de parler clairement, la rapidité du discours, l'habileté à répondre aux questions de l'audience ainsi que le niveau de participation. Vous pouvez aussi inclure le tableau de présentation dans l'évaluation. La rubrique pour cela devrait inclure la propreté, l'indication claire du lieu choisi et la présentation visuelle.

2. Pour l'évaluation individuelle, demandez aux étudiants d'écrire le choix de leur localisation et les raisons de leur choix. Ils doivent essayer de prendre en compte les facteurs environnementaux et considérer les informations de la carte comme un tout.

# Zone de découverte – post-protocole

## Feuille d'implantation de l'hôpital

Nom : \_\_\_\_\_ Date : \_\_\_\_\_

Types de couverture du sol dans votre image satellite:

Types de couverture du sol les plus communes	Types de couverture du sol moins communes	Types de couverture du sol les moins communes
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.

En utilisant les informations ci-dessus et la discussion en classe, décider en groupe où placer votre hôpital d'une taille de 9000m<sup>2</sup> de façon à avoir le moins d'impact possible sur l'environnement. Cette taille est d'à peu près 10 pixels, ce qui peut être arrangé comme le groupe le décide. Il doit être facilement accessible par la route et la majorité de la population de votre endroit. Vous devez inclure au moins deux pixels pour un lotissement de parking et d'autres fonds (jardins, cours, etc.). Utiliser votre image satellite pour déterminer les trois choix de votre groupe. Soyez sûrs de pouvoir justifier chacun de vos choix.

Choix	Raisons

Décidez-vous pour un des trois choix. Dans l'espace ci-dessous, expliquez pourquoi vous choisissez ce site et quels bénéfices il y a par rapport aux autres choix.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

# Utilisation des données GLOBE pour analyser la couverture du sol



## **Objectif général**

Développer des hypothèses sur les facteurs environnementaux les plus importants pour la croissance des plantes dans un site local d'échantillonnage du sol en comparant les données locales de GLOBE avec celles d'autres écoles de GLOBE présentant la même classe MUC.

## **Objectif spécifique**

En utilisant l'écran Visualisations de GLOBE, les étudiants trouveront deux autres écoles de GLOBE qui possède la même classe MUC et compareront la température, les précipitations et l'humidité du sol avec les leurs. Ils essaieront de trouver quels facteurs environnementaux sont identiques et lesquels varient, en devinant les plus importants pour des populations de plantes.

## **Compétences**

### **Concepts scientifiques**

#### *Géographie*

- Comment utiliser une carte (réelle et imaginaire)
- Les caractéristiques physiques d'un endroit
- Les caractéristiques et distributions spatiales des écosystèmes
- Comment les hommes modifient leurs environnements

### **Compétences scientifiques**

- Utiliser le site internet de GLOBE pour recueillir, analyser et interpréter des données
- Identifier les questions auxquelles on peut répondre
- Imaginer et mener à bien des recherches scientifiques
- Utiliser les mathématiques appropriées pour analyser des données
- Développer des descriptions et des prévisions en utilisant des preuves
- Trouver et analyser des explications alternatives
- Communiquer des procédures, descriptions, prévisions

## **Niveau**

Intermédiaire et avancé

## **Durée**

1 ou 2 classes pour rassembler les données, 2 classes pour les analyser. Il faudra du temps en plus si on demande la rédaction d'un compte-rendu.

## **Matériel et instruments**

- Un accès internet
- Du papier
- Des crayons de couleur
- Un atlas

*Feuille de travail : Information élémentaire*

*Feuille de travail : Recueillir et organiser les données*

*Feuille de travail : Analyser les données*

## **Préparation**

Choisissez une des classes MUC de couverture naturelle du sol que vous avez trouvée dans un site d'échantillonnage du sol.

Faites des copies des *Feuilles de Travail* appropriées.

## **Pré requis**

Complétez les mesures pour au mois un site d'échantillonnage de couverture naturelle du sol. Ce site doit avoir une classe MUC complète d'au moins 3 ou 4 chiffres.

La base de données de votre école a normalement des données pour plusieurs mois pour la température, les précipitations, et l'humidité du sol.

Compréhension élémentaire des écosystèmes.

# Introduction

Un écosystème est un important système en interaction qui implique à la fois les êtres vivants et leurs environnements physique. En tant que science, l'écologie tente d'expliquer pourquoi certaines plantes et animaux peuvent vivre ensemble dans une certaine zone et pas dans une autre; pourquoi y a-t-il autant d'organismes d'une sorte et si peu d'une autre; quels changements pourraient produire les interactions entre ces êtres vivants dans une zone particulière; et comment les écosystèmes fonctionnent, en particulier quel est l'effet sur eux des flux d'énergie, de l'utilisation de produits organiques ou celui du cycle des éléments chimiques<sup>1</sup>. Il est important de considérer un écosystème comme un ensemble, lorsqu'on tire des conclusions à propos d'un certain élément, comme un type de végétation. Cette activité est une approche écologique à l'analyse de la couverture du sol.

## Que faire et comment le faire

Cette activité d'apprentissage s'organise selon la méthode scientifique:

Méthode scientifique	Pour cette activité d'apprentissage	Niveau
Problématique de recherche et développement d'hypothèses	Quels facteurs environnementaux sont les plus importants pour la croissance des plantes dans un site local d'échantillonnage du sol?	Intermédiaire et Avancé
Recueil des données	Utilisation de l'écran Visualisations de GLOBE et d'un atlas pour obtenir des données de GLOBE des autres écoles <i>Feuille de travail : Information élémentaire</i> <i>Feuille de travail : Recueillir et organiser les données</i>	Intermédiaire et Avancé
Analyse des données et résultats	Réponse aux questions d'analyse des données obtenues pour rassembler les résultats et conclusions <i>Feuille de travail : Analyser les données</i>	Intermédiaire et Avancé
Conclusions	Synthèse des résultats et explications de ce que les conclusions apportent dans le bilan <i>Conclusions – Compte-rendu du projet</i>	Avancé

Cette activité est faite pour les deux niveaux intermédiaire et avancé. Pour adapter cette activité au niveau avancé, il y a une étape primordiale, *Conclusions – Compte-rendu du projet*, dans laquelle les étudiants écrivent un bilan qui résume les interactions des mesures de GLOBE et comment elles affectent le type de couverture du sol. On peut l'utiliser comme une évaluation finale ou un projet final. C'est une bonne activité d'apprentissage à l'utilisation du logiciel GIS si vous le possédez dans votre bibliothèque informatique.

## Suggestions pour la mise en œuvre

- Complétez la *Feuille de travail : Information élémentaire* en classe
- Organisez la classe en groupes de travail
- Demandez aux étudiants de recueillir et interpréter un certain ensemble de données différent pour chaque groupe (par exemple la température) suivant la partie correspondante de la *Feuille de travail : Recueillir et organiser les données*.
- Demandez à chaque groupe de rapporter leurs résultats (vous pouvez peut-être photocopier une série pour chaque groupe) à la classe entière pour compléter l'analyse des données et les conclusions.

<sup>1</sup> Peter H. Raven, Ray F. Evert, et Susan E. Eichhorn. 1992. *Biologie des plantes, 5<sup>ème</sup> tome*. New York, NY: Worth Publishers.

### **Conseils utiles**

- Préparez les étudiants à cette activité en faisant un rapide cours sur l'écologie, en leur parlent des caractéristiques de vos sites d'échantillonnage de *couverture naturelle* du sol.
- Pendant l'analyse des données, faites périodiquement des pauses pour revoir les objectifs de cette activité, et pour partager les points de vue.
- Pour une activité davantage axée sur la recherche, dites aux étudiants de développer leurs propres problématiques de recherche sur la couverture du sol, en considérant les autres mesures que votre école à faites. Ces problématiques peuvent être des questions spécifiques à une autre mesure (par exemple, les précipitations ou les caractéristiques du sol). Elles peuvent toujours suivre les parties correspondantes de l'activité d'apprentissage pour le recueil des données ou l'analyse.

### **Recueil des données élémentaires**

**Note:** Les pages du site web de GLOBE changent d'apparence de temps en temps et elles peuvent ne pas ressembler à leurs images ci-dessous.

1. Revoyez les codes MUC et les différentes sortes de couverture du sol obtenues pour un de vos sites d'échantillonnage de couverture naturelles du sol [niveau 1 MUC, forêt fermée (0), bois (1), buissons (2), petits buissons (3), herbes (4), sols désertiques (5), sols humides (6)]. Assurez-vous que votre MUC est réglé à la plus grande précision (3 ou 4 chiffres).
2. Trouvez le nom et l'endroit de deux écoles GLOBE qui ont le même code MUC:
  - a. Entrez dans le serveur GLOBE comme vous le faites normalement. Il n'est pas nécessaire de vous identifier.
  - b. Allez dans la base de données de GLOBE.
  - c. Créez un graphique ou une carte qui utilise les mêmes données MUC de couverture du sol. Utilisez "Autres options" pour régler la classe MUC au niveau 2, 3 ou 4.
  - d. Sélectionnez l'option affichage des tables pour obtenir la liste des écoles qui ont la même classe MUC.

#### **Note : Que faire s'il n'y a pas d'autres classes MUC?**

Trouvez les codes MUC en sélectionnant le plus haut niveau de compatibilité. Par exemple, si votre code MUC est 4133 (grandes herbes graminoides parsemées de buissons caduques aux larges feuilles), vous pouvez utiliser un code MUC de niveau 3, comme 413 (grandes herbes graminoides parsemées de buissons).

- e. Remplissez la *Feuille de travail : Information élémentaire*, écrivez en bas le code MUC, le nom de l'école, le nom de la ville, le pays, la latitude, la longitude, et l'altitude des deux écoles.

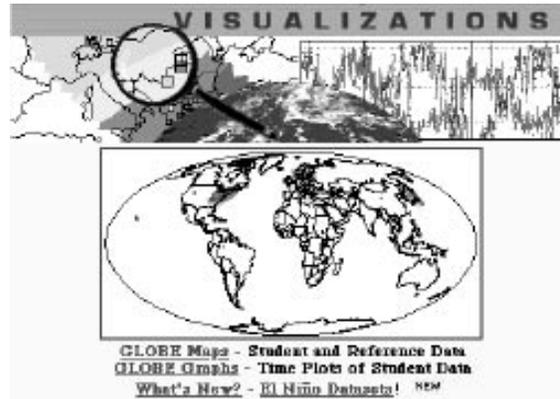
### **Problématiques de recherche et développement d'hypothèses**

Discutez la problématique de recherche : Quels facteurs environnementaux sont les plus importants pour la croissance des plantes dans un site local d'échantillonnage du sol? Encouragez le développement d'hypothèses qui tentent d'apporter des réponses à cette question.

## ***Trouvez d'autres données GLOBE pour ces écoles qui ont la même classe MUC***

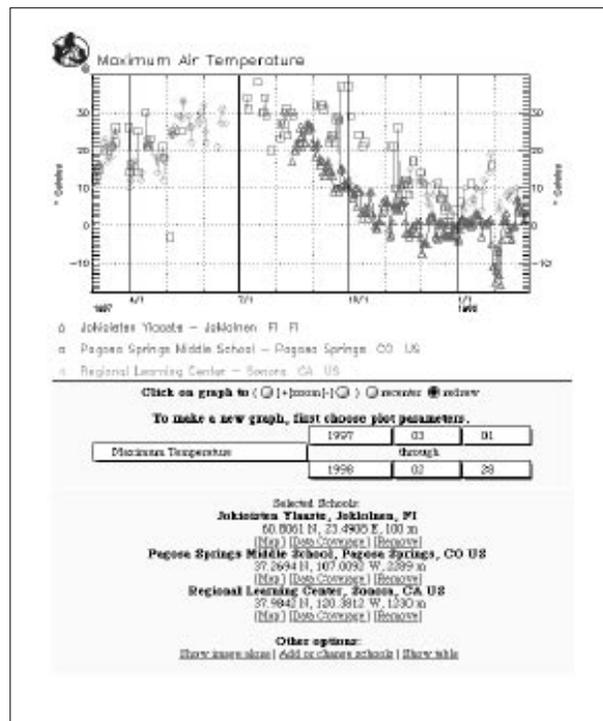
**Note:** Si les écoles choisies n'ont pas toutes les données requises, essayez de choisir une autre école pour analyser ou travailler avec les données que vous pouvez obtenir. Les trous de données sont une réalité dans la science des écosystèmes.

1. Entrez dans le serveur GLOBE comme vous le faites normalement



2. Allez à l'écran Visualisations de GLOBE:
3. Ajoutez chacune des écoles que vous étudiez à un seul graphique.

- Sélectionnez un des paramètres GLOBE et ajustez les dates pour créer des *graphiques en fonction du temps* pour une année complète. Vous pouvez ajuster les dates pour analyser quelques années, une année, un mois, etc. Votre graphique devrait ressembler à celui-ci:



- En suivant les questions de la *Feuille de travail : Recueillir et organiser les données*, créez des *graphiques en fonction du temps* pour la température actuelle, la température maximale, la température minimale, la pluie, les chutes de neige, et l'humidité du sol (30 cm)

# Utilisation des données de GLOBE pour analyser la couverture du sol

Feuille de travail : Informations élémentaires

## ***Notre Ecole***

Code MUC \_\_\_\_\_ Type de couverture du sol \_\_\_\_\_

Latitude \_\_\_\_\_ Longitude \_\_\_\_\_ Altitude \_\_\_\_\_

## ***Comparaison Ecole n°1***

Code MUC \_\_\_\_\_ Nom de l'école \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Pays \_\_\_\_\_

Latitude \_\_\_\_\_ Longitude \_\_\_\_\_ Altitude \_\_\_\_\_

## ***Comparaison Ecole n°2***

Code MUC \_\_\_\_\_ Nom de l'école \_\_\_\_\_

Ville \_\_\_\_\_ Pays \_\_\_\_\_

Latitude \_\_\_\_\_ Longitude \_\_\_\_\_ Altitude \_\_\_\_\_

# Utilisation des données de GLOBE pour analyser la couverture du sol

## Feuille de travail : Recueillir et Organiser les données - 1

Ces questions sont faites pour vous aider à recueillir les données depuis l'écran Visualisations de GLOBE. Vous aurez peut-être envie de télécharger les graphiques et données plutôt que de les recopier à la main depuis le site Web de GLOBE. Vous pouvez aussi cliquer sur le graphique et l'enregistrer comme une image sur le disque.

### **Température**

1. Reproduisez le graphique depuis le *graphique en fonction du temps* de la température actuelle de votre école et des autres en utilisant des couleurs différentes pour chaque école.
2. Estimez la plus haute température pour chaque école que vous avez choisie en utilisant la graphique de la température maximum.
3. Estimez la plus basse température pour chaque école que vous avez choisie en utilisant la graphique de la température minimum.

### **Précipitations (pluie et neige)**

1. Reproduisez le graphique en fonction du temps des pluies pour les écoles en utilisant des couleurs différentes pour chaque école.
2. Faites une estimation de l'école qui a reçu le plus de pluies.
3. Faites une estimation de l'école qui a reçu le moins de pluies.
4. S'il existe, reproduisez le graphique en fonction du temps des chutes de neige pour les écoles en utilisant des couleurs différentes pour chaque école.
5. Si l'une des écoles reçoit de la neige, quelle école en reçoit le plus? Laquelle en reçoit le moins?
6. Comment peut-on comparer les écoles par la neige reçue?

### **Humidité du sol (30 cm)**

1. Reproduisez le graphique en fonction du temps de l'humidité du sol pour les écoles en utilisant des couleurs différentes pour chaque école.
2. Quelles écoles ont le sol le plus humide? Quelles écoles ont le sol le plus sec?

### **Extension de données du sol**

Les scientifiques du sol recommandent fortement l'utilisation de propriétés supplémentaires du sol pour une analyse de l'écosystème de la couverture du sol. Les caractéristiques du sol peuvent s'obtenir en récupérant les archives de données du sol pour chaque école. D'autres propriétés élémentaires qu'on peut considérer sont la pente, la texture, la structure, et le pH. Pour une analyse plus poussée, on peut considérer les mesures d'azote, de phosphore et de potassium.

# Utilisation des données de GLOBE pour analyser la couverture du sol

## Feuille de travail : Recueillir et Organiser les données - 2

### ***Géographie et Topographie***

La création d'un tableau contenant ces informations vous aidera à synthétiser les données, ce qui vous permettra de voir les similitudes et les différences plus clairement.

Localisez les écoles sur un atlas en utilisant les informations de la *Feuille de Travail : Informations élémentaires* (latitude, longitude, et pays).

1. Sur quel continent se trouve-t-elle?
2. Quelles écoles sont situées près des côtes, s'il y en a? Décrivez la situation de chaque école par rapport à la côte.
3. Quelles écoles sont situées près d'une grande étendue d'eau, s'il y en a? Donnez le nom de cette étendue d'eau et décrivez la situation de chaque école par rapport à cette étendue.
4. Quelles écoles sont situées près d'un massif montagneux, s'il y en a? Donnez le nom de ce massif montagneux et décrivez la situation de chaque école par rapport à ce massif.
5. Quelle est la direction des vents prédominant pour chaque zone?
  - a. Y a-t-il une zone pour laquelle les vents prédominant se propagent de manière à traverser un massif montagneux?
  - b. Les vents prédominant viennent-ils directement de l'océan avant de rencontrer le site d'une des écoles?
  - c. Les vents prédominant traversent-ils une vaste étendue d'eau intérieure aux terres ou une zone sèche avant d'atteindre le site de l'école?
6. Quelles écoles sont situées dans une zone au climat aride ou humide, s'il y en a? Indiquez le nom de ces écoles et celui du type de climat.
7. Quelles écoles sont situées dans une fortement urbanisée, s'il y en a?

# Utilisation des données de GLOBE pour analyser la couverture du sol

## Feuille de travail : Analyse des données - 1

Cette partie de la démarche de recherche est faite pour vous aider à apprendre à analyser vos données, synthétiser vos résultats, et interpréter vos résultats pour en tirer des conclusions. Cela peut demander de formuler de nouvelles problématiques de recherche ou hypothèses. Vous aurez aussi l'occasion d'organiser vos nouvelles connaissances afin de pouvoir les présenter pour plus tard en discuter.

Répondre à ces questions vous aidera à appliquer une méthode scientifique afin d'apprendre une approche d'analyse systématique et de donner du sens aux données. Cela vous aidera à comprendre comment le type de couverture du sol dans la zone d'étude GLOBE de votre école peut être relié au temps, au climat, au sol, et à la situation géographique.

1. Quelles est la fourchette de température (min-max), en moyenne, pour chacune des écoles?
2. Le graphe des températures actuelles pour chaque école a-t-il une allure particulière? Le graphique des températures a-t-il une allure semblable pour les différentes écoles.
3. En utilisant un atlas, essayez de trouver quelle peut-être la fourchette des températures dans des zones dont vous connaissez la classe MUC.
4. Analysez le graphique des pluies.
  - a. Identifiez les différences et les similitudes dans la quantité totale d'eau tombée pendant la période étudiée. Toutes les écoles ont-elles reçu la même quantité d'eau? Sinon, quelles sont les différences?
  - b. Etudiez l'allure des courbes. Quand a-t-il plu? Les pluies ou orages étaient-ils concentrés pendant un certain laps de temps, en dehors duquel on était en période sèche, ou les précipitations se sont-elles équitablement réparties durant la période considérée? A quels endroits de telles répartitions dominaient-elles?
  - c. Faites un tableau où vous regrouperez toutes les données afin de les regarder dans leur ensemble et de commencer à réfléchir sur leurs signification.
5. En utilisant un atlas ou une base de données du climat, trouvez la moyenne des pluies reçues qu'on obtient pour les mêmes classes de couverture du sol.
6. L'allure des graphiques des pluies pour les autres écoles diffère-t-il de la moyenne des précipitations reçues pour leur zone? Si c'est le cas, y a-t-il dans les environs des déserts, des montagnes, ou des étendues d'eau entre la zone des vents dominants et les écoles?
7. S'il y en a, décrivez le graphique des chutes de neige et expliquez comment la température affecte-t-elle les chutes de neige.
8. S'il y en a, comment les chutes de neige affectent-telles le type de couverture du sol pour votre école?

# Utilisation des données de GLOBE pour analyser la couverture du sol

## Feuille de travail : Analyse des données - 2

9. Quelle est l'allure des courbes d'humidité du sol pour chaque école?
10. Si les précipitations ne sont pas réparties équitablement pendant la période considérée, à quoi ressemblent les courbes d'humidité du sol avant et après ces précipitations?
11. Localisation.
  - a. Toutes les écoles sont-elles situées sur le même continent? A quelle distance se trouvent-elles les unes des autres en degrés de latitude et de longitude?
  - b. Où se trouvent-elles par rapport à l'équateur? (faites une description qui comprenne les indications N et S)
  - c. De combien diffèrent-elles en altitude par rapport au niveau de la mer?
12. Quelles zones dans ou près des sites des différentes écoles ont sans doute une classe MUC qui équivaut à une couverture du sol développée, et surtout urbaine (MUC 9)?

Les réponses aux questions ci-dessus représenteront vos résultats. Synthétisez-les dans un court paragraphe. Attachez-y les tableaux que vous avez créés et référez vous-y dans votre résumé pour faciliter les explications de vos résultats.

# Conclusions – Compte-rendu du projet

Que signifient vos résultats? Que peut-on dire du lien entre la classe MUC, la température, les précipitations, et l'humidité du sol sur le site des trois écoles?

Dans un compte-rendu bien organisé, utilisez vos données et leur analyse pour décrire comment les paramètres environnementaux d'un écosystème (température, précipitations et humidité du sol) sont liés au type de couverture du sol de la zone. Formulez des hypothèses sur les facteurs environnementaux les plus importants pour déterminer le type de couverture du sol de la zone. Justifiez vos réponses en utilisant les données obtenues dans cette activité.

Souvenez-vous que vos conclusions doivent être fondées sur les données utilisées.

Assurez-vous de répondre aux questions suivantes dans votre compte-rendu.

- Qu'est-ce que vos données permettent de dire sur d'éventuels liens entre les précipitations et l'humidité du sol pour les sites d'étude?
- Qu'est-ce que vos données permettent de dire sur d'éventuels liens entre la température et les précipitations?
- Expliquez comment l'humidité du sol peut influencer le type et les conditions de la couverture du sol.
- Si vous avez déterminé ce qu'étaient les vents dominants dans les zones d'étude, comment pensez-vous qu'ils pourraient avoir des conséquences sur les précipitations, la température, ou les deux? Cette explication pourrait-elle être la cause des différences entre les données pour les différents sites d'étude?
- Qu'est-ce que vos données vous permettent de dire sur la topographie ou sur d'autres différences liées au lieu entre les sites?
- Comment ces différences pourraient-elles être reliées aux allures des courbes de température et de précipitations dans les différents sites?
- Qu'est-ce que vos données vous permettent de dire sur les conditions susceptibles d'avoir une influence sur la classe MUC de couverture du sol des trois sites d'études.
- Y a-t-il des différences majeures dans les précipitations reçues, la fourchette de température ou l'humidité du sol pour la période étudiée? S'il y en a, quelles hypothèses pourraient expliquer cette différence?
- S'il y a des différences majeures dans les précipitations reçues, la fourchette de température ou l'humidité du sol, comment pourriez-vous expliquer le fait que ces zones ont le même type de couverture du sol?
- Comparez vos données avec des données "moyennes" trouvées dans un atlas ou par une autre source pour ces sites géographiques. Quelles conséquences ont ces conditions locales du site d'étude (topographie, étendue d'eau proche, direction des vents dominants) sur les différences entre vos données et les données "moyennes"?
- Qu'est-ce que vos données vous permettent de dire sur les liens entre localisation, précipitations, humidité du sol, et classe de couverture du sol?
- Y a-t-il des questions auxquelles vous pensez que vous avez mal (ou pas) répondu ou d'autres idées (hypothèses) qui mériteraient une étude plus approfondie pour répondre aux questions précédentes? Si oui, lesquelles? Pensez-vous que vous pourriez apprendre plus sur ces liens si vous pouviez comparer les données sur une période plus longue?

### **Quelques moyens de partager vos résultats et conclusions**

- Les afficher sur un tableau de présentation d'une école
- Proposer aux journaux locaux de les publier
- Utilisez l'email de GLOBE pour envoyer le compte-rendu aux écoles que vous avez étudiées
- Les proposer à l'équipe de Couverture du Sol/Biologie:

**Dr. Russell Congalton and  
Dr. Mimi Becker  
215 James Hall  
University of New Hampshire  
Durham, NH, USA 03824**

### **Adaptation**

#### *Graphiques*

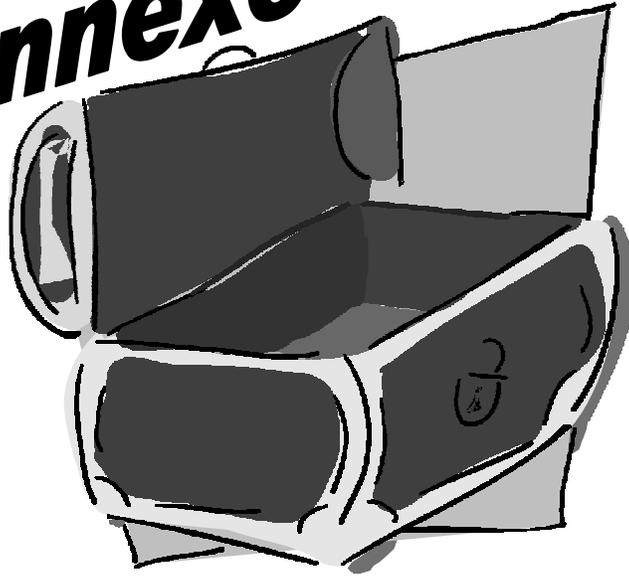
Au lieu de reproduire à la main les graphiques en fonction du temps, les étudiants peuvent utiliser les données de température, précipitations, et d'humidité du sol de chaque école, fournies par GLOBE, et créer leurs propres graphiques. En suivant les instructions fournies pour créer des graphiques en fonction du temps, vous pouvez récupérer les données des écoles et la période de temps choisie en sélectionnant "**Montrer tableau**". Cela montrera toutes les données du paramètre sélectionné pour la période de temps sélectionnée. Faites défiler l'écran pour voir le tableau de données.

<b>Date</b> YYYYMMDD	<b>Jokioinen</b> deg C	<b>Rososa Springs</b> deg C	<b>Sonora</b> deg C
19971101	7.0	--	--
19971102	6.0	--	--
19971103	6.0	--	--
19971104	-1.0	--	--
19971105	-3.0	21.0	--
19971106	-2.5	--	--
19971107	1.0	--	--
19971108	5.0	21.0	--
19971109	6.0	10.0	--
19971110	4.1	5.0	--
19971111	5.0	5.0	--
19971112	4.0	26.0	--
19971113	4.0	8.0	--
19971114	6.0	--	--
19971115	6.0	--	6.0
19971116	6.0	--	10.0
19971117	6.5	11.0	11.0

### **Remerciements**

Nous remercions les professeurs suivants pour avoir évalué cette activité d'apprentissage : George Duane, Frank Kelley, Patricia Gaudreau, Robert Schongalla, and Kathy Tafe.

# **Annexe**



***Feuille du clinomètre***

***Table des tangentes***

***Table des cosinus***

***Exemples pratiques de classification MUC***

***Cartographie manuelle : Didacticiel pour l'image de Beverly, MA***

***Didacticiel d'estimation de la précision***

***Fiche de relevé de données de site d'échantillons de couverture du sol***

***Fiche de relevé de données sur la couverture du couvert végétal et du sol***

***Fiche de relevé de données sur la taille des arbres, arbustes et graminoides***

***Fiche de relevé de données techniques du clinomètre***

***Fiche de relevé de données sur la circonférence des arbres***

***Fiche de relevé de données sur la biomasse des graminoides***

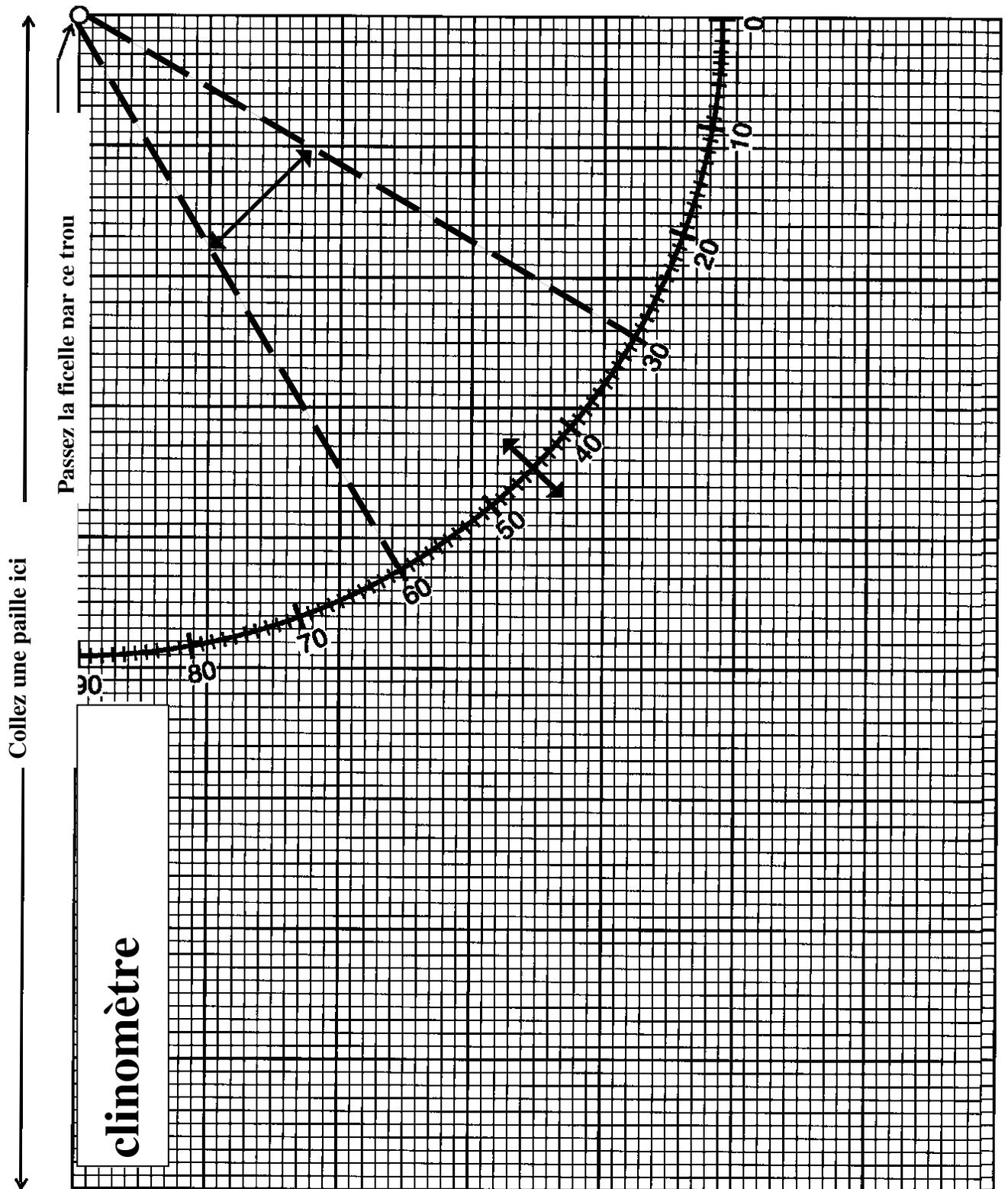
***Feuille de travail d'estimation de la précision***

***Protocole d'étude du combustible: Données centrales***

***Protocole d'étude du combustible: fiche de relevé de données de mesures de coupes***

***Glossaire du système de classification MUC***

***Glossaire des termes de couverture du sol***



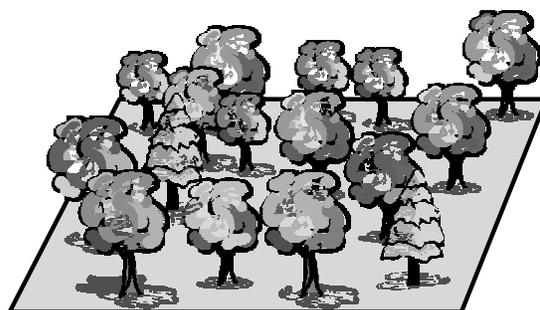
*Table LAND-A-1: Table des tangentes*


*Table LAND-AP-2: Table des cosinus*


# Exemples pratiques de classification MUC

Les trois exemples suivants permettent d'entraîner les étudiants à reconnaître les différentes classes MUC. Dans le premier exemple, que l'on trouve dans la section système MUC d'*Instruments de recherche*, permet aux élèves de se familiariser avec le processus pas à pas. Les trois exemples donnés ci-dessous permettent aux étudiants de tester leurs compétences. Après avoir fait le dernier exemple les étudiants devraient être capables d'assigner les classes MUC avec précision. Les réponses sont aux bas de chaque page. Les étudiants auront besoin de plus de pratiques sur le terrain pour se sentir en confiance avec la classification MUC mais ces exemples vont les aider à leur rendre le *guide de terrain MUC* ou *les tables de systèmes MUC* et le *glossaire MUC* plus familiers.

## Classification MUC Exemple 1



**Vous faites vos mesures de couverture du sol et de couverture du couvert végétal, et vous enregistrez le nombre de fois que vous voyez la végétation à travers votre densimètre et le nombre de fois que vous voyez le ciel. Vous calculez une couverture du couvert végétal de 70% et vous notez que les couronnes de couvert végétaux des arbres ne se touchent pas.**

**A partir de ces données vous savez que la classe MUC de niveau 1 est \_\_\_\_\_ (MUC)**

\_\_\_\_\_  
(Nom de la classe MUC)

A chaque fois que vous voyez la voute végétal à travers votre densimètre vous enregistrez le type et la taille des arbres. Vous trouvez caduque à 80%. Cela signifie que votre classe MUC de niveau 1 et 2 est \_\_\_\_\_ (MUC)

\_\_\_\_\_  
(Nom de la classe MUC)

Il y a peu de plantes grimpantes ou épiphytes dans cette zone et elles sont à feuilles persistantes. Il y a du gèl hivernal durant la saison défavorable. Cela vous donne une classe MUC de niveau 1, 2 et 3 qui est \_\_\_\_\_ (MUC)

\_\_\_\_\_  
(Nom de la classe MUC)

Les plantes à feuilles persistantes ont des feuilles à aiguilles. La classe MUC total est \_\_\_\_\_ (MUC)

\_\_\_\_\_  
(Nom de la classe MUC)

## Classification MUC Exemple 2



**Vous vivez dans une région tempérée, en basse plaine. Vous sélectionnez un site de couverture du sol essentiellement boisé d'arbres dont les couronnes de couvert végétal se touchent, mais environ 20 % du sol est occupé par des maisons. Après l'avoir mesuré le couvert végétal est à 60 % constitué d'Hemisclerophyllous à feuilles persistantes et à 40 % d'un mélange caduque.**

**Niveau 1:** Regardez dans les *tables des systèmes MUC* et regardez les choix possibles de niveau 1. Quand vous pensez avoir trouvé le niveau 1, regardez le Glossaire MUC pour en être sûr. Ecrivez la réponse dans le bon espace ci-dessous.

**Niveau 2:** Regardez dans les *tables des systèmes MUC* et regardez les choix possibles de niveau 2. Il ne devrait pas y en avoir beaucoup. Regardez à nouveau la description donnée ci-dessus et les définitions du Glossaire MUC. Quand vous pensez avoir trouvé la classe de niveau 2, écrivez-la ci-dessous.

**Niveau 3:** Regardez dans les *tables des systèmes MUC* et regardez les choix possibles de niveau 3. Il devrait y en avoir un certain nombre mais regardez bien, certains ne correspondent pas du tout à la description. En réalité là aussi il n'en reste pas beaucoup Regardez à nouveau la description donnée ci-dessus et les définitions du Glossaire MUC. Quand vous pensez avoir trouvé la classe de niveau 3, écrivez-la ci-dessous.

**Niveau 4** Regardez dans les *tables des systèmes MUC* et regardez les choix possibles de niveau 4. Il ne devrait pas y en avoir beaucoup. Regardez à nouveau la description donnée ci-dessus et les définitions du Glossaire MUC. Quand vous pensez avoir trouvé la classe de niveau 4, écrivez-la ci-dessous.

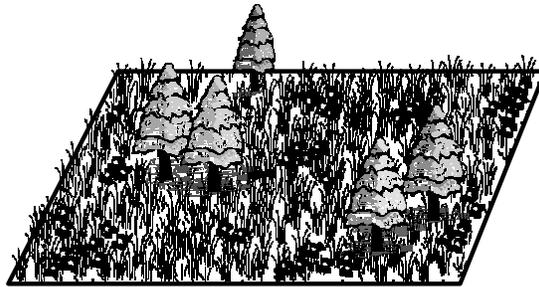
Classe MUC : \_\_\_\_\_  
                  Niveau 1    Niveau 2    Niveau 3    Niveau 4

---

(Nom de la classe MUC)

Réponse: MUC 0161

*Classification MUC Exemple 3*



**Après que vous ayez fait vos mesures de couverture du couvert végétal et du sol vous calculez une couverture du couvert végétal de 20 % composée d'une seule espèce de pin (à aiguilles). Votre couverture du sol est à 90 % composée d'une végétation herbacée. Elle est composée à 85% de graminoides et à 15 % de forb. La majeure partie des graminoides fait plus de 3 mètres de haut.**

Quelle est la classe MUC pour ce site d'échantillonnage de couverture du sol? \_\_\_\_\_

---

(Nom de la classe MUC)

# Cartographie manuelle

## Un didacticiel appliqué à l'image de Beverly, MA

Le Didacticiel suivant est fourni pour montrer la façon dont on réalise une carte de couverture du sol manuellement à partir des images de Beverly, MA Landsat Thematic Mapper (noté TM, satellite cartographe). Après avoir fait ce Didacticiel à titre d'exercice, chacune des étapes présentées devra également être faites par vos élèves, en utilisant l'image TM de votre propre site d'étude GLOBE (votre zone de 15 km x 15 km).

La figure LAND-AP-1 montre une image infrarouge en fausse couleur d'une image de Beverly et sera utilisée pour illustrer le processus de fabrication manuel d'une carte de couverture du sol. Notez que l'eau et le type de végétation sont plus faciles à repérer si l'on utilise les images infrarouges en fausses couleurs. Cependant il faut aussi garder l'image en vrais couleurs à portée de main parce qu'elle est utile pour distinguer les zones développées.

Les étapes suivantes sont utilisées pour la méthode de réalisation manuelle de cartes :

1. Sélectionnez l'image satellite que vous voulez cartographier. Dans l'image infrarouge en fausses couleurs la végétation verte en croissance apparaît (les champs et les bois sont de rouge vif à rose, la végétation persistante est rouge sombre à noir), L'eau est noire, tandis que les zones d'habitation et le sol nu sont bleu.
2. Recouvrez l'image d'une feuille plastique 21x29.7 cm et accrochez là avec du scotch de façon à ce qu'elle ne bouge pas. Ensuite notez les bords de l'image sur la feuille plastique pour pouvoir la remettre en place si elle venait à bouger. Cela vous permet aussi de pouvoir passer de l'image en vraies couleurs à celle en fausses couleurs pour profiter de leurs différences.

3. Le processus de cartographie implique de surligner les différents types de couverture du sol visible sur l'image, en utilisant des crayons de couleurs ou des marqueurs. Utilisez différentes couleurs pour représenter différentes classes de couverture du sol si possible. Assignez à chacun le numéro approprié de sa classe MUC. Assurez-vous d'avoir identifié chaque zone avec les valeurs de sa classe MUC les plus précises possibles.

Les illustrations accompagnant ce Didacticiel illustrent les étapes qui permettent de réaliser manuellement une carte de couverture du sol. Pour plus de clarté, les étapes sont montrées sur des images différentes, puis assemblées pour montrer la carte finale. En pratique, chaque étape est réalisée sur la même feuille, et la carte est construite petit à petit.

- Surlignez les étendues d'eau, comme dans l'étape 1. Ici nous voyons une étendue d'eau maritime, MUC 72, et une étendue d'eau douce, MUC 71. Notez que pour les étendues d'eau il n'existe que deux niveaux MUC.
- Dans l'illustration pour l'étape 2, les zones sans végétation, notées MUC 52 (sable) et MUC 53 (roches nues) sont entourées. Les zones urbaines résidentielles (91) et commerciales (92) sont également précisées.
- Dans l'étape 3 sont développées les grandes caractéristiques restantes, à savoir
  - MUC 63 — Estuaire
  - MUC 93 — Transport en commun
  - MUC 811 — Culture/Pâturage
  - MUC 822 — Terrain de golf
  - MUC 823 — Cimetières

Sont également rajoutées les zones de végétation:

- MUC 0192 — Les forêts tempérées d'arbres à feuilles persistantes
- MUC 0222 — Forêts d'arbres à feuilles caduques contenant également des arbustes et des arbres à feuilles persistantes.

• L'étape 4 présente le produit final : une carte de couverture du sol annotée de la zone Beverly. Laissez vos étudiants choisir la façon de présenter le résultat final.

Sachant que le type de couverture du sol de votre zone sera certainement très différent de celui de Beverly, vous pourrez choisir un autre ordre pour entourer les classes MUC. Rappelez-vous de tirer avantage des deux images en vrais couleurs et en fausses couleurs infrarouge qui vous sont fournies.

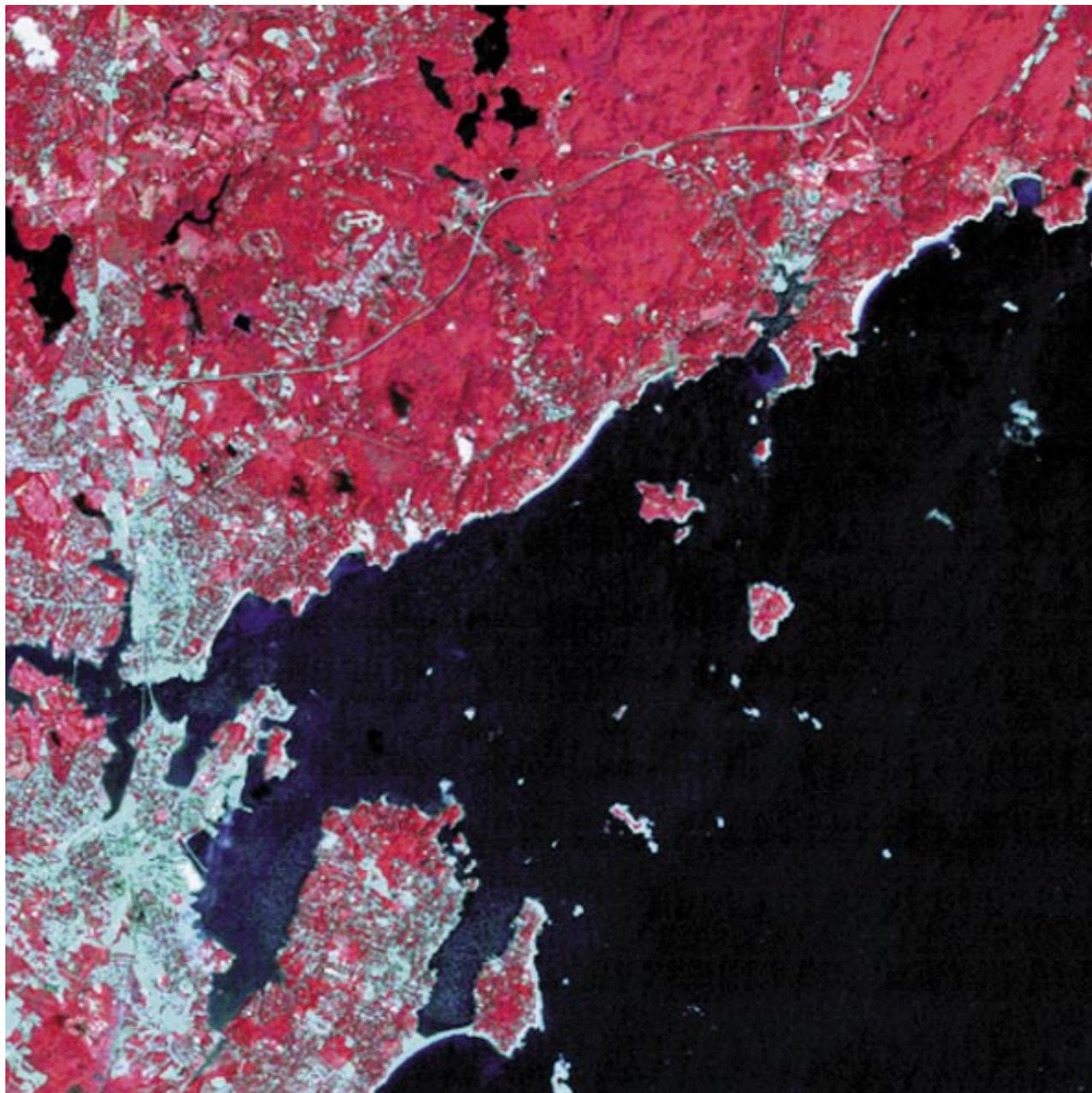
S'il y a des zones sur votre image pour lesquelles vos élèves ne sont pas sûr de la classe MUC, faites leur trouver comment ils peuvent vérifier ce qui se trouve dans cette zone. Cette activité peut prendre plusieurs heures de cours pour être terminée. Essayez que vos élèves soient les plus précis et les plus attentifs possibles lorsqu'ils entourent les zones et assignent des classes aux différentes zones de couverture du sol de votre image.

Dès que votre carte de couverture du sol est terminée, vous devrez déterminer sa pertinence. Cette étape est appelée "évaluation de la précision" et est décrite dans le *Didacticiel d'Évaluation de la Précision*.

Durant le processus de validation, vous devrez reporter vos données de validation en tant que sites d'échantillons de couverture du sol. Dès que votre carte est validée, une copie, accompagnée de vos données de validation, doit être soumise à GLOBE en suivant les directives exposées dans la section *Comment soumettre des photos et des cartes* du *Guide d'Exécution*.



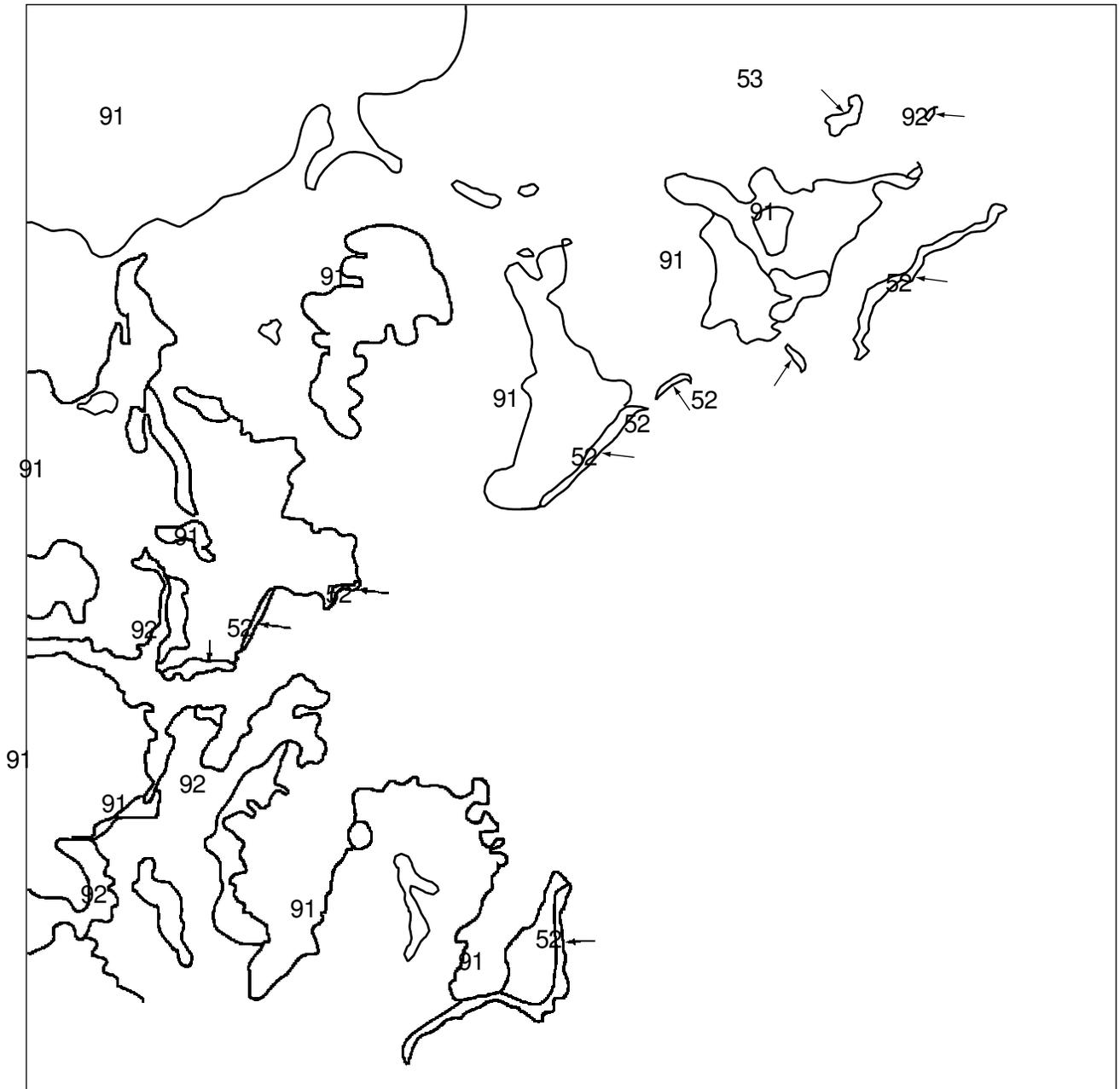
Figure LAND-AP-1: photo Landsat de Beverly



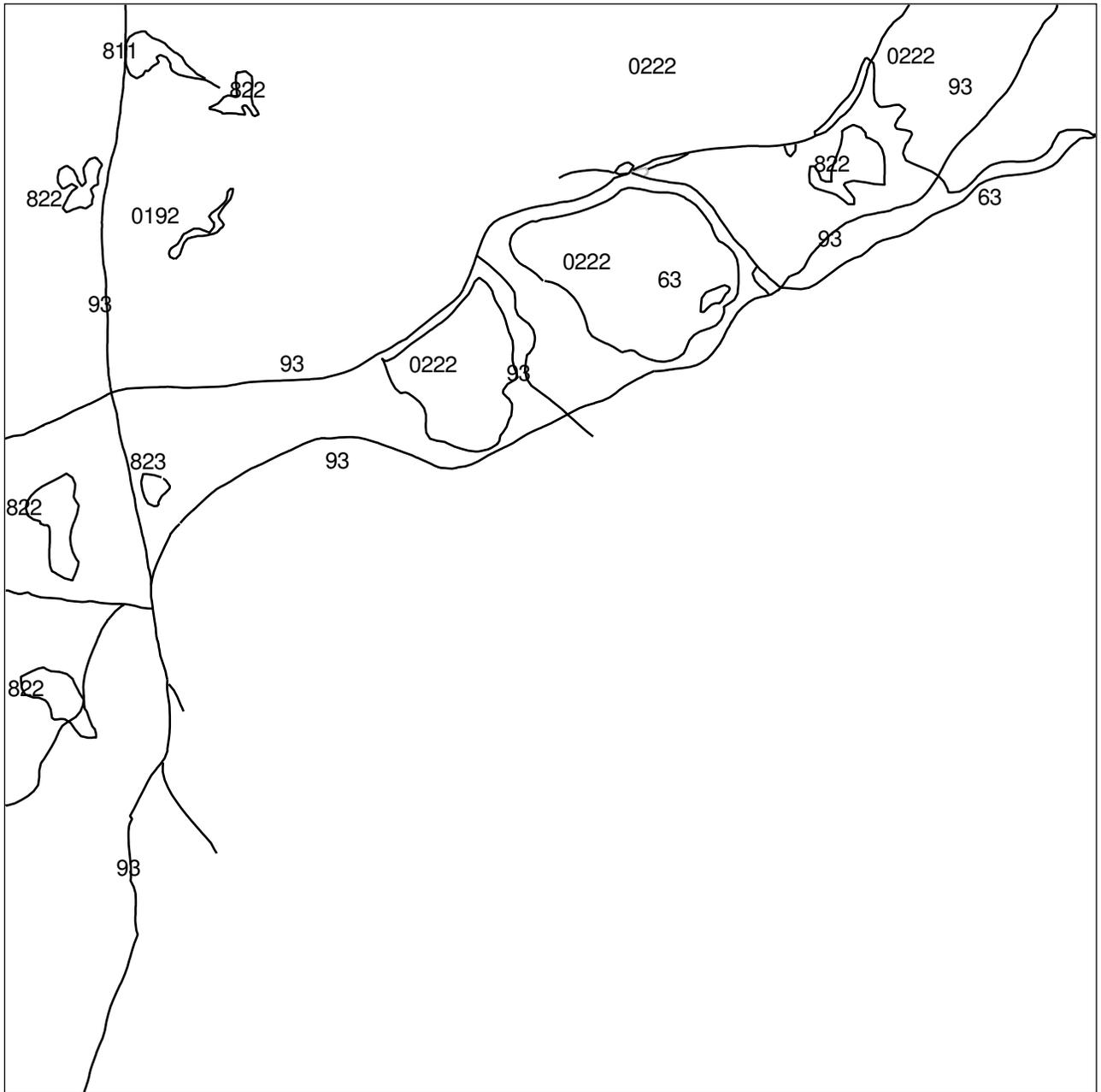
Etape 1



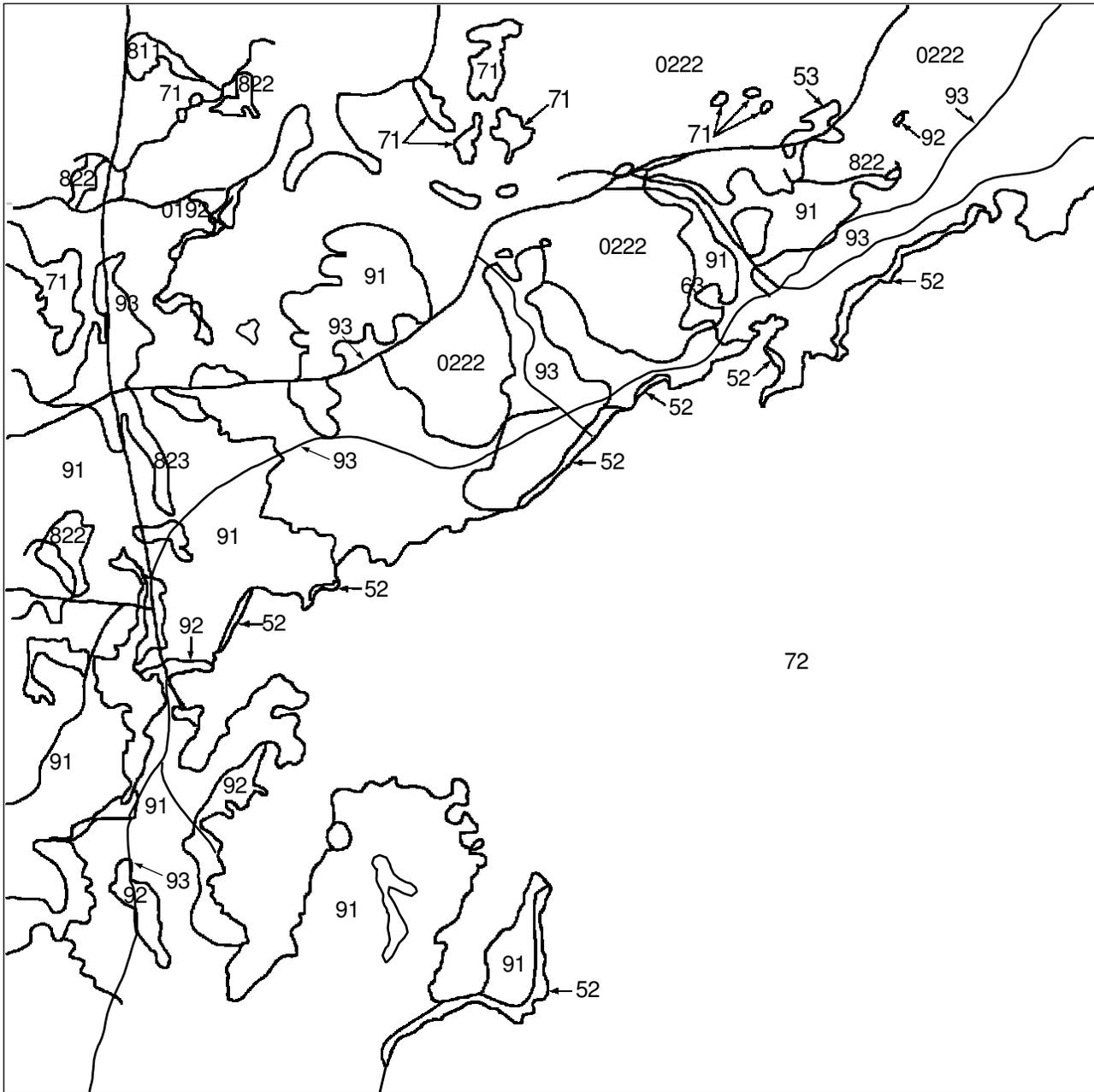
Etape 2



Etape 3



Etape 4

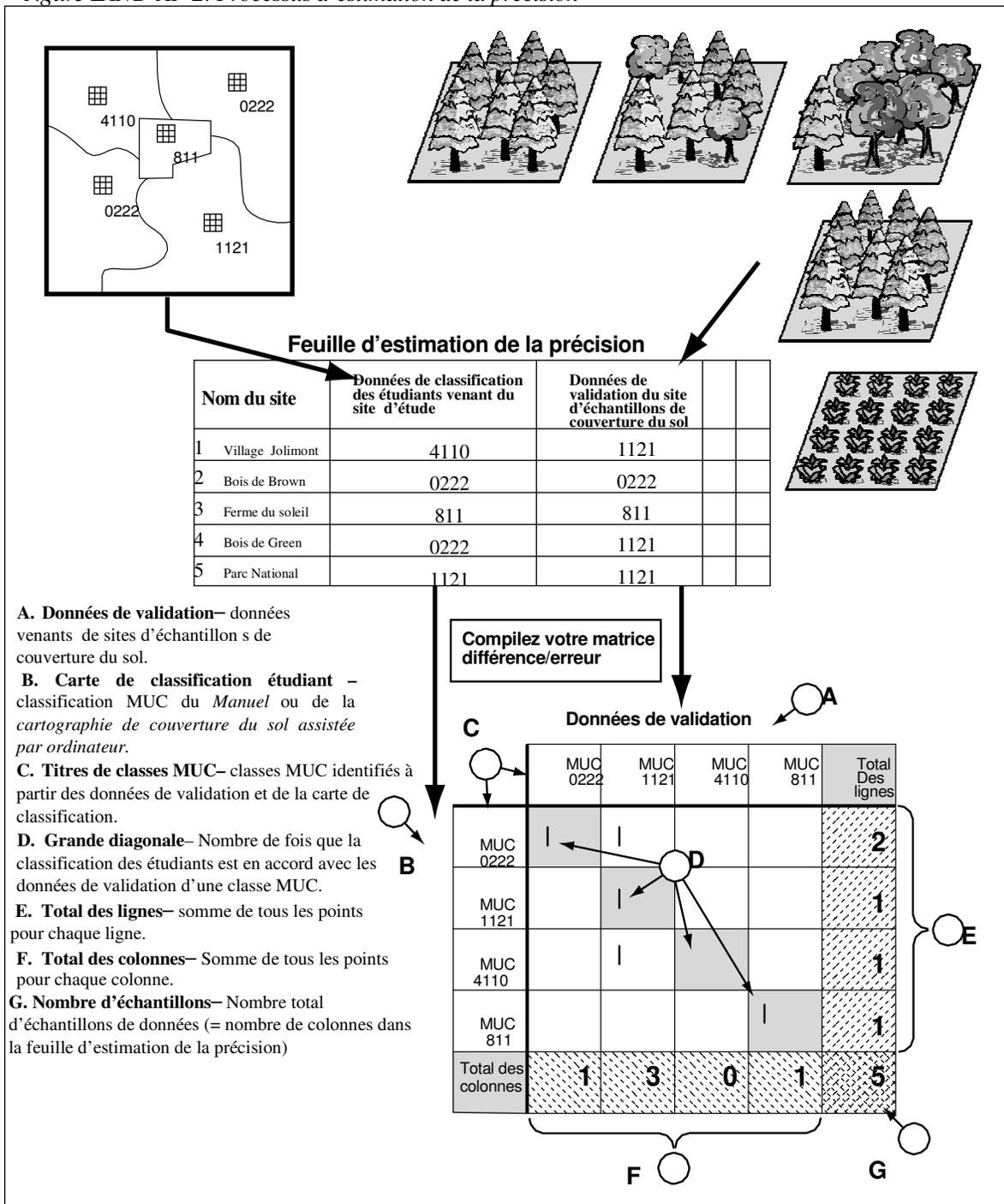


# Didacticiel d'estimation de la précision

Après avoir fait une carte de type de couverture du sol en utilisant le *Manuel* ou le *Protocole de cartographie assisté par ordinateur* et récupéré un grand nombre de données de sites d'échantillon de couverture du sol, vous êtes prêts pour vérifiez la précision de votre carte. Utilisez ce *Didacticiel d'estimation de la précision* comme un guide. Il y a également un exemple de *feuille d'estimation de la précision* pour que vous puissiez vous entraîner.

La figure LAND-AP-2 illustre la réalisation de cartes et le processus d'estimation de la précision. Premièrement, les étudiants collectent les données du site d'échantillon de couverture du sol et font une carte de couverture du sol. Ensuite les données de la carte des étudiants et les données de validation (qui viennent de sites d'échantillons de couverture du sol supplémentaires) sont comparées dans une *feuille d'estimation de la précision*. Enfin les données sont compilées dans une matrice différence/erreur. En utilisant cette matrice, on peut calculer le pourcentage d'estimation de la précision.

Figure LAND-AP-2: Processus d'estimation de la précision



Il ya plusieurs pourcentages d'estimation de la précision qui peuvent être calculés. Ils sont définis ci-dessous.

### **Pourcentages d'estimation de la précision**

**Précision globale :** Indique à quel point la carte identifie bien tous les types de couverture du sol repérés sur le terrain.

**Précision du producteur :** Indique le pourcentage de fois qu'un type particulier de couverture du sol repéré sur le terrain est bien le type de couverture du sol de la carte. Il exprime la capacité de celui qui a produit la carte à reconnaître le type de couverture du sol à partir des images satellites.

**Précision de l'utilisateur :** Indique le pourcentage de fois qu'un type de couverture du sol sur la carte est bien celui sur le terrain. Il exprime la capacité qu'à l'utilisateur de la carte de trouver le bon type au sol.

### **Conseils utiles:**

- Il y a deux possibilités pour les élèves, qui dépendent du niveau de capacité. Les plus jeunes peuvent entrer les données de la feuille d'estimation de la précision sur le site web GLOBE qui calculera pour eux la matrice différence/erreur et les différents pourcentages de précision. Pour les élèves plus âgés ou pour un cours plus orienté vers les maths, les étudiants peuvent suivre *le Didacticiel d'estimation de la précision* et créer la matrice à partir de *la feuille d'estimation de la précision*.

Après avoir entré les données sur le site GLOBE, ils peuvent comparer leurs résultats avec ceux calculés par le site.

- L'estimation de la précision peut être répétée lorsque plus de données de validation sont récoltées. La validité statistique de la matrice d'estimation de la précision augmente avec le nombre d'échantillon.
- On peut estimer la précision sur une seule partie de la carte
- **Les données des sites d'échantillons de couverture du sol n'ont pas été utilisés pour la carte mais le sont pour la matrice différence/erreur**
  - Certaines des erreurs de la carte faite à

partir des images satellites peuvent être dû à la limitation des détails donnés par le satellites.

- Dans l'idéal, vous devriez avoir des échantillons de validation pour chaque type de couverture du sol de votre site GLOBE. Il est possible de ne générer la matrice que pour les 3-5 types de couverture du sol les plus communs.
- Collecter les données de validation prend beaucoup de temps. Cela peut prendre de nombreux cours pour collecter suffisamment de données pour éditer une matrice.
- Créez et appuyez vous sur votre communauté d'apprentissage GLOBE pour réunir suffisamment de données pour ce protocole.
- Vous pouvez utiliser la *feuille complétée d'estimation de la précision échantillon* pour plus d'entraînement.
- Faire *l'activité d'apprentissage d'estimation de la précision des becs d'oiseaux* vous aidera à aborder ce Didacticiel.

### Feuille d'estimation de la précision **Complétée**

Nom du site	Donnée de classification de la carte des étudiants	Donnée de validation du site d'échantillon de couverture du sol
1 Ville Jolimont	4110	1121
2 Bois de Brown	0222	0222
3 Ferme du soleil	811	811
4 Bois de Green	0222	1121
5 Parc National	1121	1121

La première fois que vous utilisez ce Didacticiel utilisez cette feuille pour suivre les différentes étapes.

#### ***Ce dont vous avez besoin***

- Images du site GLOBE étudié du satellite Landsat TM
- La carte de couverture du sol classifiée de vos étudiants.
- Les données MUC du site d'échantillon de couverture du sol.
- La feuille d'estimation de la précision
- Le Didacticiel d'estimation de la précision
- Un stylo ou un crayon de papier
- une feuille blanche
- Une calculatrice (optionnel)
- Une règle (optionnelle)

#### ***Ce que vous devez faire***

1. **Complétez** la *feuille d'estimation de la précision*
  - a. Réunissez les données de validation si cela n'a pas été fait pour vous.
  - b. Remplissez la *feuille d'estimation de la précision* en utilisant les données MUC et la carte de couverture du sol classifiée de vos étudiants.
    1. Trouvez un type de couverture du sol sur votre carte, écrivez le nom de la zone et son code de classification sur la *feuille d'estimation de la précision*.
    2. Regardez dans les données de validation (données du site d'échantillon de couverture du sol) pour trouver la classification MUC que vous avez enregistrée quand vous avez visité le site. Reportez ces éléments sur la feuille.
    3. Répétez ce processus (étape 1 et 2) jusqu'à avoir fait toutes les zones que vos étudiants ont répertoriées sur la carte.
  - c. complétez le tableau en mettant un V quand les deux classes MUC concordent et un X quand elles ne concordent pas.

**2. construisez une matrice erreur/différence vide.**

a. il doit y avoir une ligne et une colonne pour chaque classe MUC qui apparait sur votre *feuille d'estimation de la précision*.

b. Rajoutez deux lignes et deux colonnes pour les titres et les totaux.

**Note:** L'exemple de matrice donnée est hachurée pour faire ressortir les totaux et les titres, vous n'êtes pas obligé de faire pareil.

	MUC	MUC	MUC	MUC	
MUC					

**3. Notez les titres et les classe MUC dans votre matrice.**

a. Nommez le haut « données de validation »

b. Nommez le côté gauche « données de la carte des étudiants »

c. Nommez les lignes et les colonnes de votre matrice avec les classes MUC de votre *feuille d'estimation de la précision*. Mettez les classes MUC dans le même ordre dans la colonne et dans la ligne.

**Note:** Les classes MUC de votre matrice seront surement différentes de celles présentées ici. Cette matrice à été remplie en utilisant la *feuille d'estimation de la précision* de la page précédente.

d. Nommez la dernière ligne “total des colonnes”

e. Nommez la dernière colonne “total des lignes”

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110					
MUC 811					
Total des colonnes					

**4. Notez chaque ligne à partir de la feuille complétée d'estimation de la précision**

a. Trouvez la ligne de votre matrice qui correspond à la classe MUC de la carte de classification des étudiants.

Ex, Dans la première ligne de la *feuille d'estimation de la précision* complétée, la classe MUC est 4110.

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110					
MUC 811					
Total des colonnes					

b. Trouvez la colonne qui correspond à la classe MUC des données de validation.

Ex, Dans la première ligne de la *feuille d'estimation de la précision* complétée la classe MUC de données de validation est 1121.

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110					
MUC 811					
Total des colonnes					

c. Mettez un point (i) dans les cases où colonne et ligne se chevauchent

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222					
MUC 1121					
MUC 4110		i			
MUC 811					
Total des colonnes					

d. Répétez jusqu'à avoir noté toutes les lignes de données de votre *feuille d'estimation de la précision*.

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222	i				
MUC 1121		i			
MUC 4110			i		
MUC 811				i	
Total des colonnes					

**5. Calculez le total**

a. calculez le total pour chaque ligne

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222	i				2
MUC 1121		i			
MUC 4110			i		
MUC 811				i	
Total des colonnes					

b. Calculez le total pour chaque colonne

Données de validation

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222	i				
MUC 1121		i			
MUC 4110			i		
MUC 811				i	
Total des colonnes		3			

**c. Total des données échantillons**

faites la somme des cases total des lignes . 2 + 1

+ 1 + 1 = 5

Faites la somme des cases total des colonnes. 1 + 3

+ 0 + 1 = 5

La somme des totaux des colonnes doit être égal à celui des lignes. Ce total doit être égal au nombre d'échantillons de données (lignes) de votre feuille d'estimation de la précision.

Mettez ce nombre dans la case en bas à droite.

Si ces totaux sont différents vérifiez vos calculs et vos notes.

**Données de validation**

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des lignes
MUC 0222	1	1			2
MUC 1121		1			1
MUC 4110		1			1
MUC 811				1	1
Total des colonnes	1	3	0	1	5

**6. Calculez les pourcentages d'estimation de la précision**

a. calculez la précision globale

Précision Globale	=	$\frac{\text{Somme des cases diagonales}}{\text{Nombre total d'échantillons}} \times 100$
-------------------	---	---

Ajoutez les points des cases de la diagonale sauf la case en bas à droite. Divisez la somme par la valeur de la case Total en bas à droite.

Multipliez par 100 pour avoir un pourcentage.

Précision Globale =  $\frac{(1 + 1 + 0 + 1)}{5} \times 100 = 60\%$

b. Calculez la précision de l'utilisateur

précision utilisateur	=	$\frac{\# \text{ correctement identifiés}}{\text{total de ligne}} \times 100$
-----------------------	---	---

Pour chaque classe MUC divisez le nombre de fois que vous l'avez correctement identifié par le total de ligne pour cette classe.

Ex., précision utilisateur =  $1/2 \times 100 = 50\%$   
 Pour la classe MUC 0222

**Données de validation**

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des Lignes
MUC 0222	1	1			2
MUC 1121		1			1
MUC 4110		1			1
MUC 811				1	1
Total des colonnes	1	3	0	1	5

**Données de validation**

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des Lignes
MUC 0222	1	1			2
MUC 1121		1			1
MUC 4110		1			1
MUC 811				1	1
Total des colonnes	1	3	0	1	5

c. Calculez la précision du producteur

Précision producteur	=	$\frac{\# \text{ correctement identifiés}}{\text{total de colonnes}} \times 100$
----------------------	---	--

Pour chaque classe MUC divisez le nombre de fois que vous l'avez bien identifié par le total de colonne de cette classe.

Ex, précision producteur =  $1/1 \times 100 = 100\%$   
 pour la classe MUC 0222

**Données de validation**

	MUC 0222	MUC 1121	MUC 4110	MUC 811	Total des Lignes
MUC 0222	1	1			2
MUC 1121		1			1
MUC 4110		1			1
MUC 811				1	1
Total des colonnes	1	3	0	1	5

**Pour plus de pratique:**

**Echantillons complétés**

**Feuille d'estimation de la précision**

Nom du site	Données de la carte de classification des étudiants Du site GLOBE	Données de validation d'un site d'échantillons de couverture du sol		
1 La Vallée du bois sombre	0222	1222		X
2 La Forêt du panache Bunyan	4213	1222		X
3 La Forêt National	0222	0222	V	
4 Le bois au nord de l'école	1222	1222	V	
5 La réserve de Brer	2231	2231	V	
6 Le maquis à l'est de Gravel	1222	2231		X
7 La réserve naturelle	2231	62		X
8 Propriété de Janice Denver	4233	4213		X
9 La colline Moothal	4233	4233	V	
10 Le marais derrière le magasin d'alimentation	2231	62		X
11 La carrière de gravier	56	56	V	
12 Le lac Calypso	71	71	V	
13 La ferme Junior	811	811	V	
14 La ferme St augustin	811	811	V	
15 Le quartier de Johann	91	91	V	

**Liste des classes MUC**

0222 – Forêt clôturée principalement caduque avec des arbres à feuilles persistantes à aiguilles.

1222 – région boisée principalement caduque avec des arbres à feuilles persistantes à aiguilles.

2231 – Arbuste ou fourrés, principalement caduque, tempéré.

4213 – Végétation herbacée, graminoides de tailles moyennes et arbres recouvrant 10 à 40% du terrain, arbres : caduques latifoliés.

4223 – Végétation herbacée, graminoides de tailles moyennes et arbres recouvrant moins de 10% du terrain. Arbres : caduques latifoliés

4233 – Végétation herbacée, graminoides de tailles moyennes avec des arbustes. Arbustes : caduques latifoliés.

4313 – Végétation herbacées, petits graminoides et arbres couvrant de 10 à 40 % du terrain. Arbres : caduques latifoliés.

56 – terrain nu, autres.

62 – marais, marécage

71 – étendue d'eau douce

811 – Terrain cultivé, agriculture, pâturage et culture.

823 – Terrain cultivé, non-agricole, cimetières.

91 – Ville, résidences.

Matrice erreur/différence pour la  
*“Feuille d’estimation de précision d’échantillons  
complétés”*

**Données de validation**

	MUC 0222	MUC 1222	MUC 2231	MUC 4213	MUC 4233	MUC 56	MUC 62	MUC 71	MUC 811	MUC 91	Total des lignes
MUC 0222	I	I									<b>2</b>
MUC 1222		I	I								<b>2</b>
MUC 2231			I				II				<b>3</b>
MUC 4213		I									<b>1</b>
MUC 4233				I	I						<b>2</b>
MUC 56						I					<b>1</b>
MUC 62											<b>0</b>
MUC 71								I			<b>1</b>
MUC 811									II		<b>2</b>
MUC 91										I	<b>1</b>
Total des colonnes	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>15</b>

## Pourcentages d'estimation de la précision pour l' "Estimation de la précision d'échantillons complétés"

**Précision globale**  
 $9 \mid 15 \times 100 = 60\%$

### Précision de l'utilisateur

Classe MUC	Calcul	Précision de l'utilisateur
0222	1   2 x 100	50%
1222	1   2 x 100	50%
2231	1   3 x 100	33%
4213	0   1 x 100	0%
4233	1   2 x 100	50%
56	1   1 x 100	100%
62	0	NA
71	1   1 x 100	100%
811	2   2 x 100	100%
91	1   1 x 100	100%

### Précision du producteur

Classe MUC	Calcul	Précision du producteur
0222	1   1 x 100	100%
1222	1   3 x 100	33%
2231	1   2 x 100	50%
4213	0   1 x 100	0%
4233	1   1 x 100	100%
56	1   1 x 100	100%
62	0   2 x 100	0%
71	1   1 x 100	100%
811	2   2 x 100	100%
91	1   1 x 100	100%

***Questions pour aller plus loin :***

- Que pourriez-vous faire pour améliorer votre précision globale ?
- Quelle est la précision de votre carte si quelqu'un veut trouver un bon endroit pour pique-niquer dans les bois ?
- Quelle est la précision de votre carte si vous voulez voir combien de fois vous avez correctement identifié un terrain de jeu ou un parking?
- Laquelle de la précision utilisateur ou producteur était la meilleur pour votre carte ? Comment l'expliquez-vous ?
- Comment les élèves des années suivantes pourront utiliser vos données pour construire une meilleure carte de classification?

# Didacticiel de détection des changements

## Introduction

Un des buts principaux de la *recherche couverture du sol/ biologie* du programme GLOBE est de se documenter sur les différents types de couverture du sol qui existent sur le site d'étude GLOBE 15km x 15 km de l'école. Les écoles produisent les cartes de couverture du sol qui sont classifiés en utilisant le *système de classification modifié de l'UNESCO (MUC)*. Ces cartes seront d'un grand intérêt pour la communauté scientifique mondiale. Cependant il se passe des modifications dans la couverture du sol, et les écoles du programme GLOBE travaillent avec des images satellites datant généralement de 4 à 6 ans. En prévision du moment où GLOBE fournira de nouvelles images satellites plus récentes aux écoles ce Didacticiel va vous donner les outils pour rechercher les changements apparus à partir de deux images satellites acquises à des moments différents. Ces techniques pourront être utilisées plus tard pour le développement de la carte de changement de votre site GLOBE.

**Note:** Ce Didacticiel requiert que l'utilisateur soit à l'aise avec le logiciel MultiSpec développé à l'université de Purdue, et distribué gratuitement sur internet. MultiSpec est utilisé dans le programme GLOBE pour analyser les images TM de Landsat et pour préparer des cartes de couverture du sol électronique.

GLOBE c'est donné pour but de fournir à chaque école GLOBE qui construit une carte de couverture du sol les images mises à jour du site dès qu'elles seront disponibles. Pour ce Didacticiel nous utiliserons deux images de Durham, dans le New Hampshire (USA).

## Matériel et Instrumentations

- un ordinateur capable d'exécuter le programme MultiSpec.
- Une copie du logiciel MultiSpec. Si vous n'avez pas la version la plus récente, vous devrez la télécharger, pour Macintosh et PC, à partir du site de Purdue :

<http://dynamo.ecn.purdue.edu/~biehl/MultiSpec/>

ou la télécharger à partir du site GLOBE.

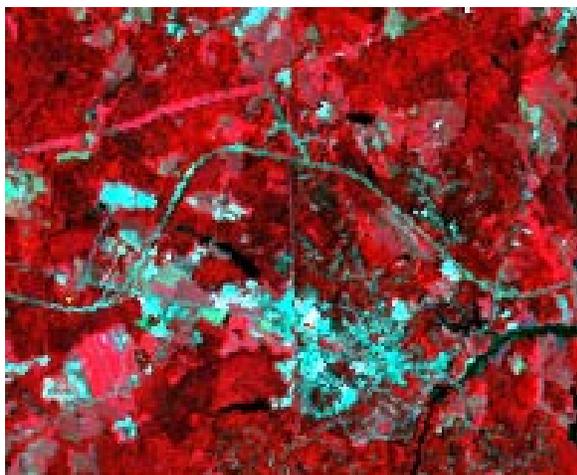
- une version imprimée et une version électronique des images Dur990.lan et Dur796.lan. Ce sont des « sous-images », des partitions des images de Durham acquises en Septembre 1990 et Juillet 1996. La version imprimée doit inclure la combinaison de raies visibles (3, 2, 1) et la combinaison de fausses-couleurs infrarouge (4, 3, 2).

### **Avant de commencer**

Examiner les versions imprimées des images de Durham.

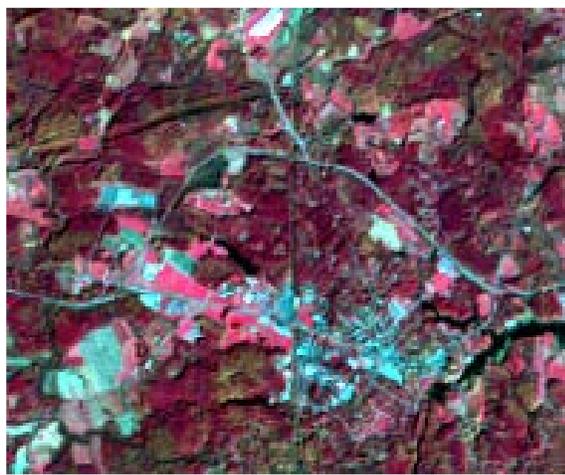
- Quelles sont les différences évidentes entre les deux ?
- Y-a-t-il des endroits où on voit une augmentation ou une baisse de la végétation, ou des zones développées en plus ?

Pour vous aider à répondre à ces questions, ouvrez les deux images (Dur\_990.lan et Dur\_796.lan) dans la même combinaison de raies et mettez-les côte à côte au même grossissement. Vous pouvez maintenant comparer les zones pour voir si vous remarquez des changements entre elles. Pour vous aider, ces images vous sont présentées ici, dans la combinaison de raies en fausse-couleurs infrarouges (4, 3, 2).



Comme les deux images sont en fausse-couleurs infrarouge, la différence principale est la quantité de composante rouge dans la plus récente, l'image de juillet 1996. C'est une image d'été avec une vigoureuse et saine végétation en pleine croissance, tandis que l'image la plus ancienne fut acquise en septembre de l'année 1990. Cette dernière présente une période de baisse de la quantité de chlorophylle reliée à la baisse de l'activité des plantes pendant l'automne.

À part la différence de couleurs vous ne devriez pas voir de zones majeures modifiées entre les deux images. Cela ne signifie pas qu'il n'y a pas eu de changement, seulement que les changements se sont fait à petite échelle. Rappelez vous également que nous ne regardons ici que trois des cinq canaux de données contenus dans ces images, et que chacun des cinq canaux des images de Landsat a sa propre utilité pour examiner les caractéristiques de la surface de la Terre. Un tableau résume leur usage sur la page suivante.



Canal Landsat	Applications Principales
1 – Visible : Bleu	Utile pour cartographier l'eau proche des côtes, les types de forêts, faire la différence entre la terre et les plantes et identifier les constructions humaines comme les routes et les immeubles (caractéristiques de culture)
2 - Visible : Vert	utile pour faire la différence entre les types de plantes, déterminer leur santé et identifier les caractéristiques de culture.
3 – Visible : Rouge	utile pour faire la différence entre les espèces de plantes et identifier les caractéristiques de culture.
4 – Près de l'infrarouge	utile pour déterminer le type des plantes et leur santé, et pour voir les limites des étendues d'eau.
5 Infrarouge	utile pour faire la différence entre nuage et neige et déterminer l'humidité du sol et de la végétation.

Pour repérer des changements parmi les caractéristiques de culture entre deux images, il faut regarder les canaux visibles. Les changements de végétation seront repérés grâce au canal 4, la raie près de l'infrarouge.

Si on veut trouver toutes les zones qui ont subies des changements visibles, il faut examiner les images pixels par pixels. Le logiciel MultiSpec permet de faire facilement.

### **Analyse des changements en utilisant MultiSpec**

Pour examiner le même pixel sur deux images différentes, on va utiliser MultiSpec pour combiner les deux images en une seule. Ce procédé est appelé "composition". Comme chaque image originale a **cinq** canaux, la nouvelle image en contiendra **dix**. Ils sont répartis comme suit :

Canaux de la nouvelle image	Contenu
1	image vieille, Bleu Visible
2	image vieille, Vert Visible
3	image vieille, Rouge Visible
4	image vieille, près de l'infrarouge
5	Image vieille, infrarouge
6	Image récente, Bleu visible
7	Image récente, Vert visible
8	Image récente, Rouge visible
9	Image récente, près de l'infrarouge
10	Image récente, infrarouge

Nous voyons alors le même canal pour les deux images en même temps. Par exemple, pour détecter les changements parmi les caractéristiques de culture, on peut regarder le canal 1 pour la vieille image et l'image récente en même temps.

En faisant ça cependant nous avons besoin d'un protocole pour assigner les couleurs aux canaux. On a pris l'habitude de faire les assignations suivantes:

Couleur de L'ordinateur	Canal de la nouvelle image
Rouge	Canal "X" de la vieille image
Vert	Canal "X" de l'image récente
Bleu	Canal "X" de la vieille image

Par exemple, une forte réflexion dans le canal 4, près de l'infrarouge, est un indicateur de végétation. On assigne le canal 4 de la vieille image au rouge et au bleu, et le canal 4 de l'image récente (le canal 9) au vert, comme dans la figure ci-dessous :

Canaux	
Rouge	4
Vert	9
Bleu	4

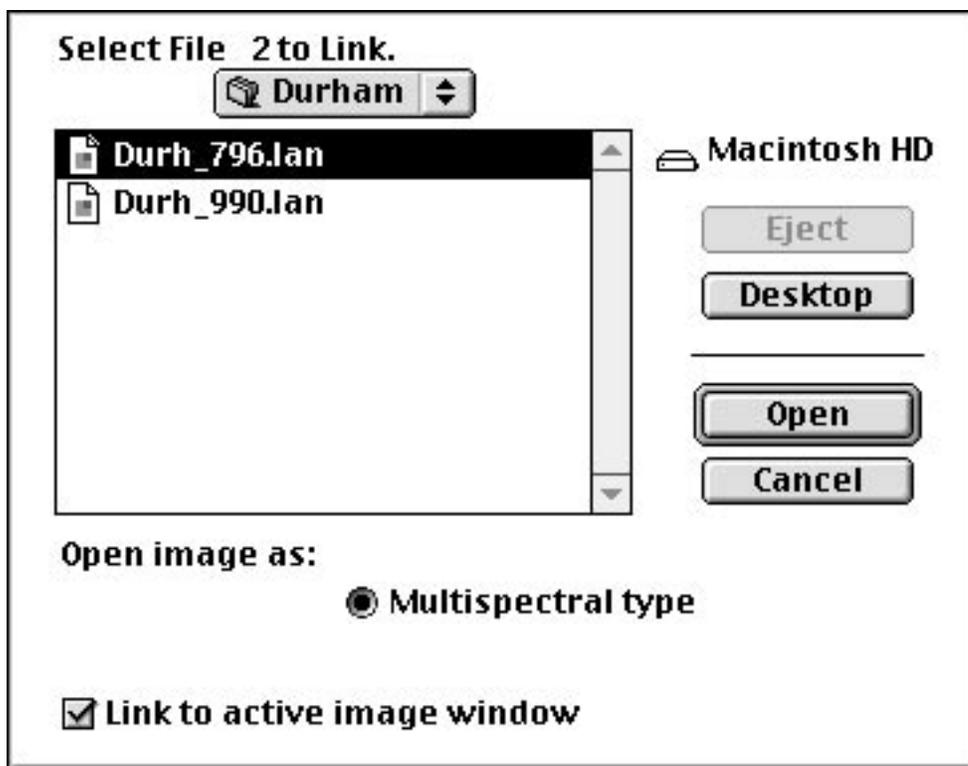
Si un pixel de l'image récente est plus brillant dans le canal 4 que dans la vieille image, ce pixel apparaîtra vert. Cela montre une augmentation de la chose qu'on mesure. Si un pixel de la vieille image refléchi plus, le rouge et le bleu produiront du magenta, indiquant une baisse de la quantité mesurée dans l'image récente.

La nouvelle image créée contiendra des zones vertes représentant une augmentation de la luminosité du canal observé, et des zones magenta représentant une baisse de la luminosité de ce même canal.

### **Faire le protocole des changements**

Ce qui suit vous guidera à travers les étapes qui vous permettront de créer la nouvelle image composée et de l'analyser pour détecter les changements dans différentes zones. Les utilisateurs expérimentés de MultiSpec peuvent sauter la section « composition » (mélange) des deux images et passer directement à l'analyse de la nouvelle image ainsi créée.

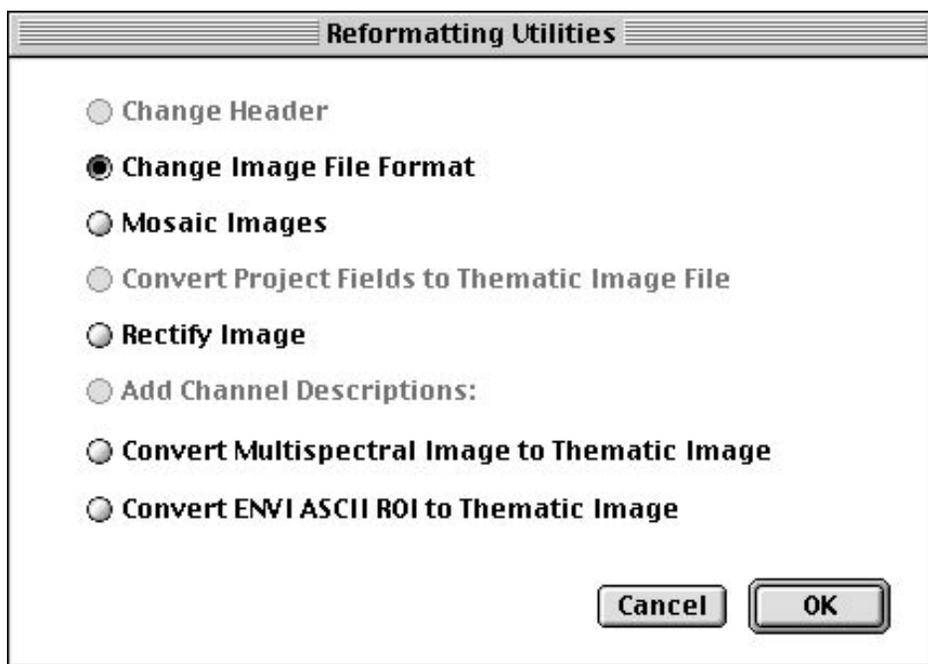
- Utilisez le panneau de contrôle de votre ordinateur pour régler l'affichage de l'écran soit en "milliers" soit en "millions" de couleurs.
- lancer MultiSpec.
- A partir du menu **File** sélectionnez **Open Image**.
- Sélectionnez l'image Dur990.lan et cliquez sur **Open**.
- Pour l'instant, la combinaison de raies que l'on utilise n'importe pas, donc cliquez sur **OK** dans la fenêtre **Set Thematic Display Specifications** .
- une fois l'image Dur990.lan ouverte, sélectionnez **Open Image** dans le menu **File**.
- Sélectionnez l'image Dur796.lan et cochez la case **Link to Active File** comme dans l'illustration suivante :



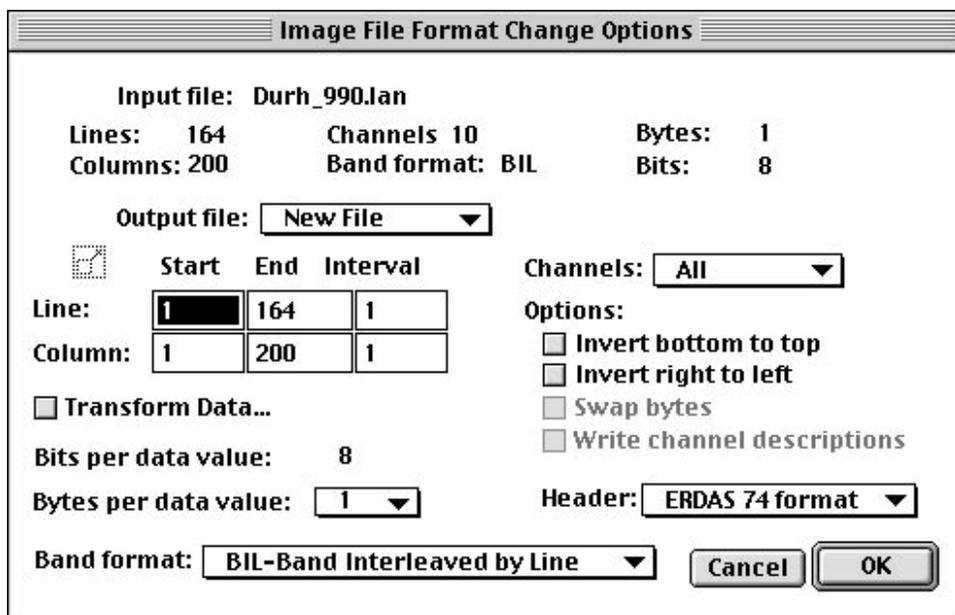
- Cliquez sur **Open**.
- le même écran va apparaître à nouveau. Le système vous demande si vous avez d'autres fichiers à relier. Cliquez sur **Cancel**.

L'image la plus récente a été ajoutée à la plus ancienne. Enregistrez cette nouvelle image comme nouveau fichier afin de garder les originaux intact.

- A partir du menu **Processor**, sélectionnez **Reformat**. L'écran suivant apparaît:

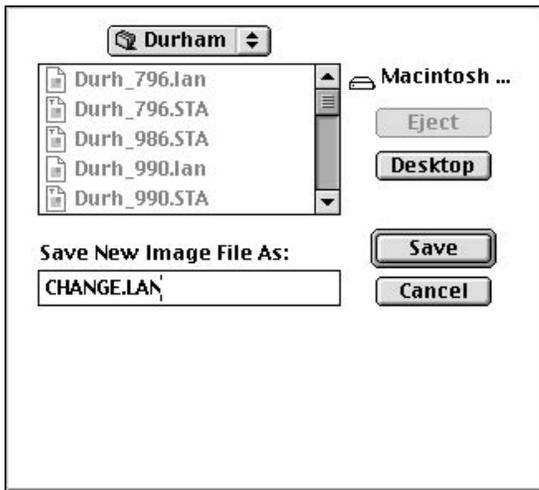


- Cliquez sur **OK** .
- L'écran suivant apparait: Notez qu'en haut dans la boîte de dialogue le nombre de canaux est 10. Notre image contient maintenant cinq canaux de chaque image.



- Cliquez sur **OK** .

- L'écran suivant est l'écran standard de sauvegarde de fichier. Nommez votre fichier change.lan, comme dans l'image suivante, et cliquez sur le bouton **Save**.



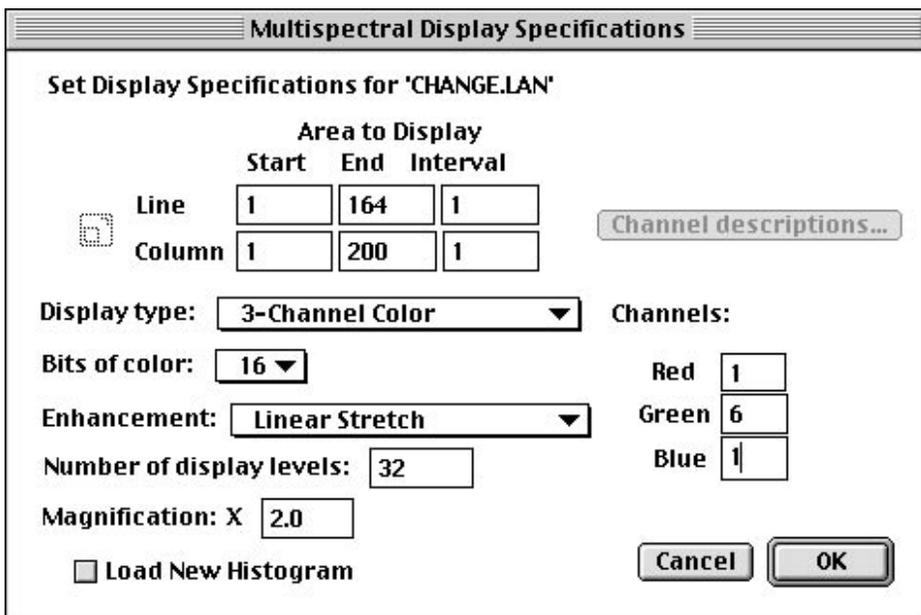
- Fermez l'image courante soit en cliquant sur la boîte **Close** ou en sélectionnant **close Window** à partir du menu **File**.

### ***Ouvrir la nouvelle image composée***

- A partir du menu **File**, sélectionnez **Open Image**.
- Sélectionnez votre image change.lan et cliquez sur **Open**.

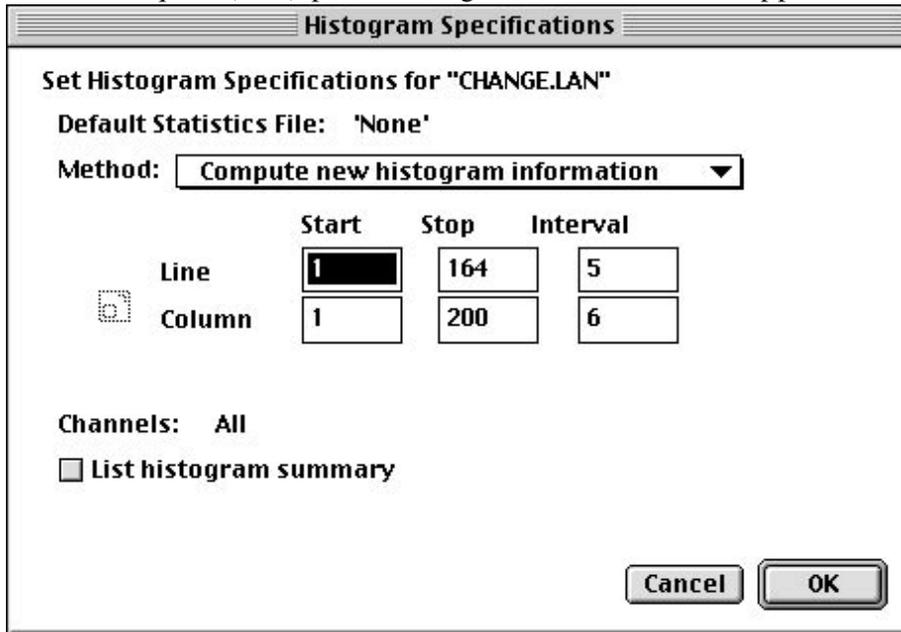
Pour recherchez des changements dans les caractéristiques de culture ou dans les zones développés par l'homme, utilisez n'importe lequel des canaux visibles car les caractéristiques de culture sont brillantes à travers les raies du visible. Ce Didacticiel explique comment utiliser le canal 1, le canal du Bleu visible.

- Dans la fenêtre **Set Thematic Display Specifications**, entrez la combinaison de canaux comme sur l'image suivante :

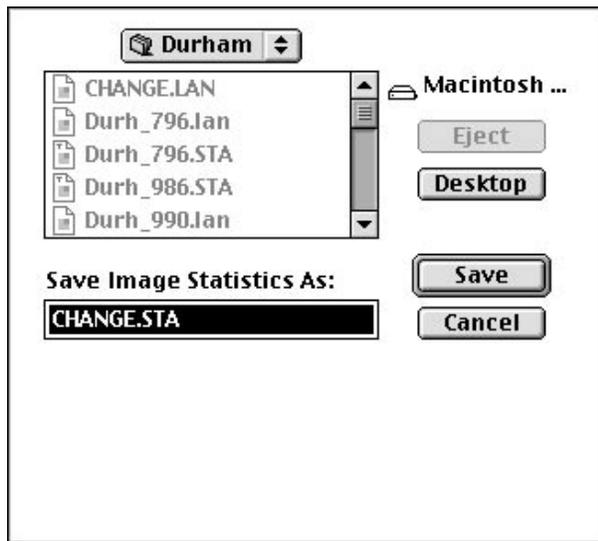


- Cliquez sur **OK**.

- Comme c'est une nouvelle image, MultiSpec doit créer un nouveau fichier "statistique" (.sta) pour l'image. L'écran suivant apparaît :



- Cliquez sur **OK**.
- Quand apparaît la fenêtre **Save Image Statistics** comme ci-dessous cliquez sur **Save**.



La nouvelle image s'ouvre :



Dans cette image, les zones apparaissant en vert ont une luminosité du canal 1 plus importante dans l'image de 1996 que dans l'image de 1990. Comme une forte luminosité dans le visible est souvent associée avec les minéraux (sol nu, zones urbaines, rochers) on peut supposer que ces zones ont subi une augmentation du développement urbain.

*Comment en être sûr ?*

Nous n'avons fait qu'en déduire, qu'émettre l'hypothèse que ces zones vertes représentent une augmentation du développement urbain. Pour que nos conclusions soient valides, il faut que nous obtenions des preuves. Nous pouvons visiter le site et en utilisant des cartes et des GPS vérifier qu'effectivement ces zones correspondent à des zones de développement urbains. Mais sont elles vraiment récentes ? Pour répondre à cette question il faut utiliser des enregistrements, des photos, des interviews, etc. pour savoir ce qui s'y trouvait quand la vieille image a été prise.

### Examiner les changements de végétation

La luminosité du canal 4 de Landsat, près de l'infrarouge, est surtout influencée par la biomasse, ou par la quantité de structures contenant de la chlorophylle. En examinant ce canal on peut en déduire les changements qui sont apparus sur la couverture végétale.

- A partir du menu **Processor** sélectionnez **Display Image**.
- Faites le choix de canaux illustré ci-dessous :

**Multispectral Display Specifications**

Set Display Specifications for 'CHANGE.LAN'

Area to Display

	Start	End	Interval
Line	1	164	1
Column	1	200	1

Channel descriptions...

Display type: 3-Channel Color

Bits of color: 16

Enhancement: Linear Stretch

Number of display levels: 32

Magnification: X 2.0

Load New Histogram

Channels:

Red 4

Green 9

Blue 4

Cancel OK

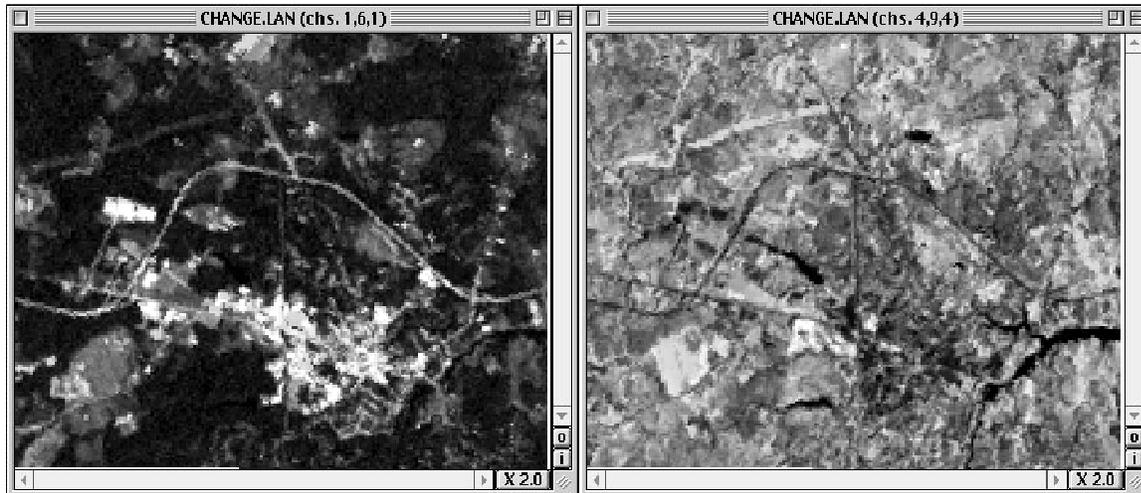
- Appuyez sur **OK**.

L'image suivante s'ouvre :

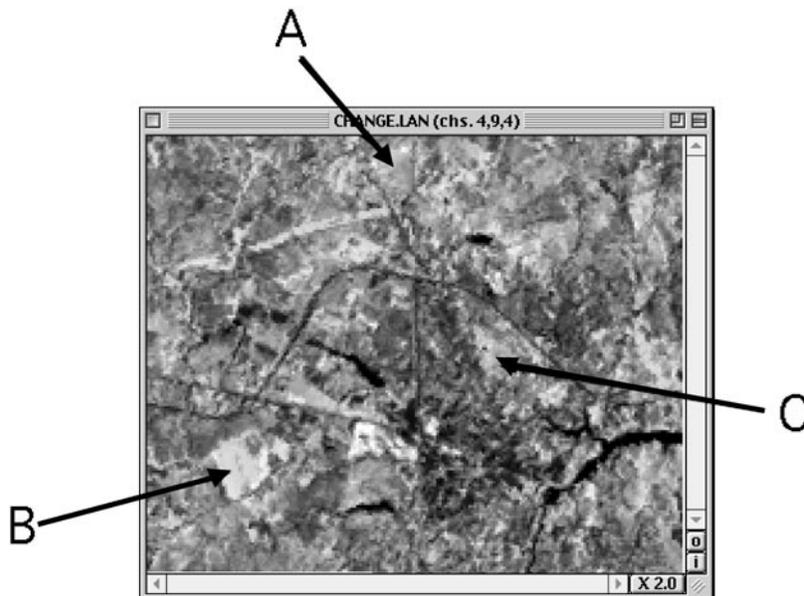


Dans cette image, les zones vertes représentent une augmentation dans la luminosité du canal 4 de 1996 par rapport à 1990. Il serait tentant de supposer que cette augmentation est entièrement due à une augmentation de la croissance végétale. Cependant, l'image de 1990 a été prise en Septembre et l'image de 1996 en Juillet. Nous devons maintenant décider à quel point le changement vient d'une réelle augmentation de la zone végétale et à quel point elle est due aux variations saisonnières.

Pour étudier ce problème il faut examiner les deux images de changements l'une à côté de l'autre. Si vous ne savez pas comment afficher les deux images l'une à côté de l'autre jetez un coup d'œil aux *conseils utiles* sur la page suivante.



L'image de gauche est l'image de changement urbain (canaux 1, 6, 1) et sur la droite l'image de la végétation (canaux 4, 9, 4). Trouvez une zone qui présente une augmentation de la végétation en 1996 (elles sont vertes) en même temps qu'une baisse de luminosité en 1990 (elles sont magenta). On peut supposer avec une plus grande certitude que ces zones sont de vraies zones d'augmentation de la végétation. A l'inverse, les zones magenta sur l'image de 1996 qui sont vertes dans l'image de 1990 peuvent représenter des zones où la végétation s'est réduite.



Laquelle de ces zones suggère une augmentation de la végétation ? Une baisse ? Pour le vérifier nous devons aller voir sur le terrain et utiliser des enregistrements de données.

(Position A : augmentation de la végétation, B et C : baisse)

### **Conseils utiles**

Positionner deux images côte à côte

- lancez MultiSpec.
- A partir du menu **File**, sélectionnez **Open Image**.
- Sélectionnez la première image que vous voulez ouvrir et cliquez sur **Open**.
- Sélectionnez la combinaison de raies que vous désirez et cliquez sur **OK**.
- Cliquez sur la barre de titre de l'image et déplacez l'image jusqu'au coin haut-gauche de l'écran.
- Cliquez et ramenez la taille de l'image jusqu'à couvrir la moitié de l'écran dans le sens horizontal.
- A partir du menu **File**, sélectionnez à nouveau **Open Image**.
- Sélectionnez la seconde image et cliquez sur **Open**.
- Assignez à cette image la même combinaison de raies qu'à la première puis cliquez sur **OK**.
- Cliquez sur la barre de titre de cette image et déplacez là juste à la droite de la première.
- Ajustez la taille de la fenêtre image à la même taille que celle de la première.

### **Mise en œuvre avec vos propres photos de l'école**

Avant même de récupérer les nouvelles images Landsat de votre site GLOBE, il y a certaines choses que vous pouvez faire pour vous préparer à exécuter cet exercice sur les changements.

#### **Regardez votre image originale GLOBE**

- Pouvez vous voir des zones dont vous savez qu'elles ont subies des changements ?
- Où sont elles ?
- Quels changements sont survenus ?
- Y a-t-il eu une augmentation ou baisse de la couverture du sol par l'agriculture ? L'urbanisme ? Autres ?

### **Quand vous recevez une nouvelle image**

#### **Landsat**

- regardez votre nouvelle image GLOBE Landsat et comparez la avec l'original. Pouvez-vous voir des zones où il y a eu des changements évidents ?
- Est-ce que ces changements visibles décrivent précisément les changements que vous savez être survenus ?

#### **Extensions**

Si vous avez accès à des images plus vieilles que vos images GLOBE actuelles, vous pouvez procéder avec à la même analyse. Cette analyse, couplée avec les changements que vous trouverez dans les images plus récentes vous donnera une plus grande échelle de temps pour calculez le taux de changements.

**Note:** Pour pouvoir être utilisées dans ce genre de comparaison, les deux images doivent être enregistrées. A cause de légères différences survenues au cours du temps, deux images Landsat de la même zone ne correspondront pas pixel à pixel. Durant le processus d'enregistrement, un certain nombre d'endroits sont mis en correspondance entre les deux images. Identifier ces points de contrôle permet à l'ordinateur d'étirer une image pour qu'elle se superpose exactement à l'autre.

Ce processus ne peut pas être réalisé par MultiSpec. Cela nécessite des logiciels plus sophistiqués qui ne sont généralement pas compatibles avec les systèmes d'exploitation des écoles.

Quand GLOBE vous fournira de nouvelles images pour ce protocole, elles seront enregistrées avec votre ancienne image. Si vous récupérez d'autres images que vous voulez utiliser pour ce protocole vous devrez les enregistrer. Pour ce faire rendez vous dans une université et renseignez vous auprès du service de traitement d'image et de télédétection.

# Etude de la couverture du sol

## Fiche de relevé de données du site d'échantillonnage

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
Année Mois Jour Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

### SITE

Nom du site: \_\_\_\_\_

Ville/Département/Pays: \_\_\_\_\_

Latitude	Longitude	Altitude
_____	_____	_____
degrés	degrés	mètres
<input type="checkbox"/> Nord <input type="checkbox"/> Sud	<input type="checkbox"/> Est <input type="checkbox"/> Ouest	

### Classement MUC au niveau le plus élevé

Classe MUC: \_\_\_\_\_

Nom du type de couverture du sol MUC:

\_\_\_\_\_

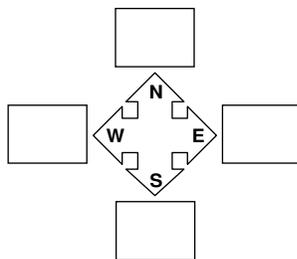
### Autres (Commentaires)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### Numéro des photos et leur orientation



# Etude de la couverture du sol

Fiche de relevé de données sur la couverture du sol et du couvert végétal :

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
 Année Mois Jour Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

Utilisez cette colonne pour déterminer le couvert végétal	Utilisez cette colonne pour déterminer l'espèce Dominante et la Co-Dominante du couvert végétal	Utilisez cette colonne pour trouver la classe MUC des forêts	Utilisez cette colonne pour déterminer la couverture globale du sol	Utilisez cette colonne pour déterminer le type Dominant et Co-Dominant de la végétation au sol
<b>1. Observations du couvert végétal</b> + = couvert végétal d'arbres - = Ciel ou arbustes	<b>2. Espèces du couvert végétal ou nom commun</b>	<b>3. Type du couvert végétal</b> P = Persistant C = Caduque - = Ciel	<b>4. Observations du sol</b> V = couverture verte M = couverture marron - = rien	<b>5. type de la végétation au sol</b> GD = Graminoides FB = Forb AV = Autres vég. vertes AR = Arbustes AN = Arbustes nains
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

Fiche de relevé de données sur la couverture du sol et du couvert végétal – Page 2

1. Observations du couvert végétal + = couvert végétal d'arbres - = Ciel	2. Espèces du couvert végétal ou nom commun	3. Type du couvert végétal P = Persistant C = Caduque - = Ciel	4. Observations du sol V = couverture verte M = couverture marron - = rien	5. type de la végétation au sol GD = Graminoïdes FB = Forb AV = Autres vég. vertes AR = Arbustes AN = Arbustes nains
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

Résumé des observations du couvert végétal	
Nombre de "+"	
Nombre "-"	
Nombre total d'observations	
% de couvert végétal	

Résumé des types de couvert végétals	
Nombre de "P"	
Nombre de "C"	
Nombre total d'observations	
% Persistants (P)	
% Caduques (C)	

Résumé des observations du sol	
Nombre de "V"	
Nombre de "M"	
Nombre de "-"	
Nombre total d'observations	
% couverture du sol	

Résumé des types de végétation au sol	
Nombre de "GD"	
Nombre de "FB"	
Nombre de "AV"	
Nombre de "AR"	
Nombre de "AN"	
Nombre total d'observations	
% Graminoïde (GD)	
% Forb (FB)	
% Autres vég. vertes (AV)	
% Arbustes (AR)	
% Arbustes nains (AN)	

**\*Note: Mesurez toujours le plus haut niveau du couvert végétal. Dans une forêt ou une région boisée, la couverture du couvert végétal fait référence au couvert végétal des arbres.**

# Etude de la couverture du sol

Fiche de relevé de données sur la couverture du sol et le couvert végétal des arbustes\*

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
 Année Mois Jour Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

Utilisez cette colonne pour déterminer le couvert végétal des arbustes	Utilisez cette colonne pour déterminer l'espèce Dominante et la Co-Dominante du couvert végétal	Utilisez cette colonne pour trouver la classe MUC de la zone d'arbuste	Utilisez cette colonne pour déterminer la couverture globale du sol	Utilisez cette colonne pour déterminer le type Dominant et Co-Dominant de la végétation au sol	Utilisez cette colonne pour déterminer la couverture total des arbustes
<b>1. Observations du couvert végétal</b> + = couvert végétal d'arbustes - = Ciel ou	<b>2. Espèces du couvert végétal ou nom commun</b>	<b>3. Type du couvert végétal</b> P = Persistant C = Caduque - = Ciel	<b>4. Observations du sol</b> V = couverture verte M = couverture marron - = rien	<b>5. type de la végétation au sol</b> GD = Graminoïdes FB = Forb AV = Autres vég. vertes AR = Arbustes AN = Arbustes nains	<b>6. mettez un « + » s'il y a un « + » dans la colonne 1 ou S dans la colonne 5, un « - » s'il n'y a pas d'arbustes présent</b>
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					

	<b>1. Observations du couvert végétal</b> + = couvert végétal d'arbustes - = Ciel ou	<b>2. Espèces du couvert végétal ou nom commun</b>	<b>3. Type du couvert végétal</b> P = Persistant C = Caduque - = Ciel	<b>4. Observations du sol</b> V = couverture verte M = couverture marron - = rien	<b>5. type de la végétation au sol</b> GD = Graminoïdes FB = Forb AV = Autres vég. vertes AR = Arbustes AN = Arbustes nains	<b>6. mettez un « + » s'il y a un « + » dans la colonne 1 ou 5, un « - » s'il n'y a pas d'arbustes présent</b>
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						

<b>Résumé des observations du couvert végétal des arbustes</b>	
Nombre de "+"	
Nombre de "-"	
Nombre total d'observations	
% pourcentage d'arbuste	

<b>Résumé d'observations du sol</b>	
Nombre de "V"	
Nombre de "M"	
Nombre de "-"	
Nombre total d'observations	
% de couverture du sol	

<b>Résumé des types de végétation au sol</b>	
Nombre de "GD"	
Nombre de "FB"	
Nombre de "AV"	
Nombre de "AR"	
Nombre de "AN"	
Nombre total d'observations	
% Graminoïde (GD)	
% Forb (FB)	
% Autres vég. vertes (AV)	
% Arbustes (AR)	
% Arbustes nains (AN)	

<b>Résumé de la couverture des arbustes</b>	
Nombre de "+" de la col. 6	
Nombre de "- de la col. 6	
Nombre total d'observations	
% d'arbustes	

**\*Note: Mesurez toujours le plus haut niveau du couvert végétal. Dans une zone d'arbustes, la couverture du couvert végétal fait référence au couvert végétal des arbustes.**

# Etude de la couverture du sol

Fiche de relevé de données sur la taille des arbres, des arbustes et des graminoides

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
 Année                      Mois                      Jour                      Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

## Donnée du clinomètre

*Espèce Dominante	Lecture du clinomètre (°)	TAN du clinomètre	Distance De l'arbre (m)	Hauteur de l'œil (m)	*hauteur de la végétation (m)	*hauteur moyenne (m)
Specimen 1.						
Specimen 2.						
Specimen 3.						
Specimen 4.						
Specimen 5.						

* Espèce Co-Dominante _____	Lecture du clinomètre (°)	TAN du clinomètre	Distance De l'arbre (m)	Hauteur de l'œil (m)	*hauteur de la végétation (m)	*hauteur moyenne (m)
Specimen 1.						
Specimen 2.						
Specimen 3.						
Specimen 4.						
Specimen 5.						

Hauteur de l'arbre = (TAN du clinomètre x Distance de l'arbre) + hauteur de l'œil.

Note: Mesurez la hauteur de chaque arbre trois fois et calculez la moyenne de ces mesures. Si les trois mesures sont à moins d'un mètre de la moyenne, reportez la mesure. Sinon recommencez.

\* Utilisez ces colonnes pour mesurer la taille des graminoides, des arbustes et des arbustes nains. Utilisez toutes les colonnes si vous utilisez votre inclinomètre pour mesurer la hauteur.

# Etude de la couverture du sol

Mesurez la hauteur des arbres au niveau du sol : Fiche de relevé de données techniques du clinomètre simplifiée

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
 Année Mois Jour Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

## *Donnée du clinomètre*

Espèce Dominante	Lecture du clinomètre (°)	Hauteur de l'arbre (m) (Distance à partir de la base de l'arbre(m) et à partir des yeux)	Hauteur moyenne (m)
Specimen 1.	45°		
Specimen 2.	45°		
Specimen 3.	45°		
Specimen 4.	45°		
Specimen 5.	45°		

Espèce Co-Dominante	Lecture du clinomètre (°)	Hauteur de l'arbre (m) (Distance à partir de la base de l'arbre(m) et à partir des yeux)	Hauteur moyenne (m)
Specimen 1.	45°		
Specimen 2.	45°		
Specimen 3.	45°		
Specimen 4.	45°		
Specimen 5.	45°		

Note: Mesurez la hauteur de chaque arbre trois fois et calculez la moyenne de ces mesures. Si les trois mesures sont à moins d'un mètre de la moyenne, reportez la mesure. Sinon recommencez.

# Etude de la couverture du sol

Mesurez la hauteur des arbres à partir d'une pente  
Fiche de relevé de données sur les arbres

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
Année                      Mois                      Jour                      Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

## Donnée du clinomètre

Espèce Dominante	Lecture du clinomètre (°)	TAN du clinomètre	Hauteur à 0° sur l'arbre (m)	Distance de l'arbre(m)	Hauteur de l'arbre(m)	Hauteur moyenne (m)
Specimen 1.						
Specimen 2.						
Specimen 3.						
Specimen 4.						
Specimen 5.						

Espèce Co-Dominante	Lecture du clinomètre (°)	TAN du clinomètre	Hauteur à 0° sur l'arbre (m)	Distance de l'arbre(m)	Hauteur de l'arbre(m)	Hauteur moyenne (m)
Specimen 1.						
Specimen 2.						
Specimen 3.						
Specimen 4.						
Specimen 5.						

Hauteur de l'arbre = (TAN du clinomètre x Distance de l'arbre) + Hauteur à 0° sur l'arbre

Note: Mesurez la hauteur de chaque arbre trois fois et calculez la moyenne de ces mesures. Si les trois mesures sont à moins d'un mètre de la moyenne, reportez la mesure. Sinon recommencez.









# Etude de la couverture du sol

Fiche de relevé de données sur la circonférence des arbres

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
Année Mois Jour Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

## *Mesure de la circonférence des arbres*

<b>Espèce Dominante:</b>	<b>Circonférence de l'arbre (cm)</b>
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

<b>Espèce Co-Dominante :</b>	<b>Circonférence de l'arbre (cm)</b>
1.	
2.	
3.	
4.	
5.	

# Etude de la couverture du sol

Fiche de relevé de données sur la Biomasse des Graminoïdes

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Moment de la mesure: \_\_\_\_\_  
Année                      Mois                      Jour                      Heure (TU)

Enregistré par: \_\_\_\_\_

## Mesures de Biomasse des Graminoïdes

Numéro de l'échantillon	Couleur	Poids de l'échantillon plus le sac (g)	Poids du sac vide (g)	Biomasse de Graminoïdes (g)
1.	Verte			
	Marron			
2.	Verte			
	Marron			
3.	Verte			
	Marron			

Biomasse de Graminoïdes = Poids de l'échantillon plus le sac – poids du sac vide

# Estimation de la précision



Fiche de relevé de données

	Nom du site	Classification de la carte étudiante réalisé à partir du site GLOBE	Données de validation venant des sites d'échantillons de couverture du sol		
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

# Protocole d'étude de combustible

## Fiche de relevé de données centrales

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Nom des observateurs: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_ Nom du site d'étude (donnez à votre site un nom unique): \_\_\_\_\_

Orientation: \_\_\_\_\_ degrés à partir du vrai Nord (Mettez 0 pour les sites sans pente)

Pente globale de la position : vers le bas une pente de \_\_\_\_ degrés

vers le haut une pente de \_\_\_\_ degrés

### *Hauteur des arbres et arbustes dans la couche Dominante:*

Arbre ou arbuste	Hauteur(m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Hauteur moyenne de la couche Dominante = (somme des hauteurs) ÷ (Nombre total d'arbres et arbustes)

Hauteur moyenne: \_\_\_\_\_

### *Hauteur de la base de la couronne de couvert végétal dans la couche la plus basse*

Arbre ou arbuste	Hauteur(m)
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Hauteur moyenne de la base de la couronne = (somme des hauteurs) ÷ (Nombre total d'arbres et arbustes)

Hauteur moyenne: \_\_\_\_\_

Commentaires: \_\_\_\_\_

# Protocole d'étude de combustible

## Fiche de relevé de données de coupes

Nom de l'école: \_\_\_\_\_

Nom des observateurs: \_\_\_\_\_

Date: \_\_\_\_\_ Nom du site d'étude (donnez à votre site un nom unique): \_\_\_\_\_

Nombre de coupes: \_\_\_\_\_

### Comptage du bois de chauffage

	<b>Coupe 1</b>	<b>Coupe 2</b>	<b>Coupe 3</b>	<b>Coupe 4</b>
Direction de la coupe (à partir du vrai Nord)	90°	330°	270°	210°
Pente de la coupe (en degrés)				
Diamètre de 0-1 cm (marque 5-7 m)				
Diamètre de 1-3 cm (marque 5-10 m)				
Diamètre de 3-8 cm (marque 5-25 m)				

	<b>Coupe 5</b>	<b>Coupe 6</b>	<b>Coupe 7</b>
Direction de la coupe (à partir du vrai Nord)	150°	90°	30°
Pente de la coupe (en degrés)			
Diamètre de 0-1 cm (marque 5-7 m)			
Diamètre de 1-3 cm (marque 5-10 m)			
Diamètre de 3-8 cm (marque 5-25 m)			



# Glossaire

## Autres

N'importe quelle information supplémentaire qui peut être ajoutée à la feuille de mesure, comme les conditions de vent, des informations historiques ...

## Biogéochimique

Fait référence aux interactions chimiques entre les composants vivants ("bio") et physiques ("geo") du système de la Terre, comme dans les cycles Biogéochimiques du carbone, de l'azote, etc.

## Biomasse

La masse sèche de la végétation rapporté à une unité de surface, souvent donnée en gramme (masse sèche) par mètre carré.

## Biome

Un type de communauté écologique important (comme les prairies ou les déserts)

## Biometrie

Le processus de prise de mesures biologiques

## Biosphère

Les composants vivants du système de la Terre, plus les gaz (atmosphère), les liquides (hydrosphère), et les solides (géosphère).

## Caduque

Fait référence aux arbres et arbustes qui perdent leurs feuilles tous les ans.

## Catastrophique

Utilisé pour décrire un événement violent et soudain.

## Caractéristique

Un trait particulier

## Classification

Faire rentrer un ensemble d'objet dans un sous-groupe distinct et bien définis à partir de critères précis.

## Couverture du couvert végétal

La couverture du couvert végétal est la quantité de feuille au dessus d'une certaine partie du sol. Elle détermine la quantité de soleil qui atteint cette partie du sol.

## Couverture du sol

La quantité de végétation au niveau du sol couvrant une zone donnée. (Pour le programme GLOBE, « au niveau du sol » signifie sous les genoux de l'observateur)

Elle est exprimée en pourcentage .

Ex : 30% de couverture du sol signifie que vu d'au dessus 30% du sol est recouvert par de la végétation au niveau du sol.

## Critère

Règle de décision qui est utilisé pour déterminer dans quel sous-groupe un objet doit être placé lors d'une classification.

## Défaut

Une valeur prérentrée dans l'ordinateur ou une action qu'il réalise si on ne lui demande pas de faire autrement.

## Densiomètre

Un outil qui permet de calculer le pourcentage de couverture du couvert végétal dans une zone boisée.

## Dichotomie

C'est un arbre de décision constitué d'une succession de division entre deux choix contradictoires qui amène finalement à trouver la seule bonne réponse.

## Dominant

Une plante ou un animal qui à cause de son nombre ou de sa taille influence son environnement et détermine la façon dont vivent les autres plantes et animaux.

## Ecosystème

Système constitué par les interactions existantes entre un ensemble d'êtres vivants et leur environnement.

## Equatorial

Proche de l'équateur.

## Estimation

Evaluation de la valeur de quelque chose.

## Evapotranspiration

Le retour de l'eau dans l'atmosphère par évaporation (énergie du soleil) et transpiration (activité des plantes).

**Genre**

C'est une catégorie dont les éléments ont plus de caractéristiques en commun avec les éléments de cette catégorie qu'avec les éléments d'autres genres. Les genres sont donc des ensembles d'espèces aux relations étroites.

**Geosphère**

Les composants solides du système de la Terre.  
ex. roches, sol, etc.

**Glossaire**

Liste de mots reliés à un sujet précis avec leur définitions.

**Gradient**

Le taux de changement d'une quantité mesurée en fonction de l'espace ou du temps.

**Graminoïdes**

Végétation du type herbe

**Herbacée**

Une plante ou une partie de plante qui n'est pas en bois.

**Hiérarchique**

Ranger les caractéristiques d'un système les un au dessus des autres.

**Homogène**

Composé de parties qui sont toutes de la même sorte ; ici, le même type de couverture du sol.

**Hydrosphère**

Le liquide composant le système de la Terre.  
Ex : océans, lacs, rivières, etc.

**Inclinomètre**

Un inclinomètre est un instrument qui mesure les angles lors d'élévation de terrain.

**Iteratif**

Faire la même chose plusieurs fois de suite.

**Matrice différence/erreur**

Une méthode visuelle qui permet de comparer deux séries de données pour les valider.

**Methodologie**

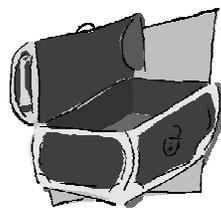
Un ensemble de procédures prévu pour réaliser une recherche.

**Multitemporel**

Vu de plusieurs moment en même temps

**NOAA**

L'Administration Nationale Atmosphérique et Océanique.

**Nord Magnétique**

La direction qu'indique l'aiguille d'une boussole. Le Vrai Nord est purement géographique.

**Organe vivace**

Partie d'une plante qui survit d'une saison à l'autre (rhizomes, tubercules).

**Perturbations**

Une modification du fonctionnement normal d'un système.

**Phénologie**

L'étude des changements temporels d'un environnement.

**Photointerpretation**

La production d'une carte de couverture du sol ou l'identification d'une caractéristique particulière par l'examen visuel d'une photo aérienne ou d'une image satellite.

**Physiologique**

Caractéristique du bon fonctionnement d'un être vivant ou de sa santé.

**Pixel**

Le plus petit élément d'une image.

**Potentiel Photosynthétique**

La quantité maximum de Biomasse qui peut être produite dans une zone donnée.

**Precis**

Mesure exact

**Précision**

Quantifie à quel point une mesure est proche de la valeur standard pour cette même mesure.

**Productivité Primaire**

La vitesse à laquelle le matériel organique est produit par la photosynthèse dans une zone donnée. Souvent donnée en gramme (masse sèche) de carbone par m<sup>2</sup> et par an.

**Protocole**

Un plan pour réaliser une étude scientifique.

**Sénéscence**

Moment où la plante passe de la maturité à la mort en perdant de la masse sèche.

**Sédiment**

Matière qui est charriée par l'air et l'eau et qui tombe au fond des cours d'eau.

**Spatiale**

Qui a rapport à l'espace.

**Espèces**

Un groupe de plantes/animaux qui sont fondamentalement semblable.

**TM**

Thematic Mapper. Embarqué à bord des satellites Landsat 4 et 5, cet instrument sert à étudier les caractéristiques de la surface de la Terre en 7 raies couvrant le visible et l'infrarouge thermique avec une résolution de 30m pour les 6 premières raies et 120m pour la raie infrarouge.

**Carte Topographique**

Carte présentant les caractéristiques détaillées et les lignes de contours de chaque zone.

**Urbain**

Zones développés résidentielles (ex. maisons, appartements), commerciales (ex. magasins), industrielles (ex. usines) ou de transports (ex. route).

**Données de validation**

Données nécessaires pour estimer la précision d'une carte de couverture du sol produite manuellement ou électroniquement.

**Variation**

Une forme différente de quelque chose.