

# Les inventaires forestiers en futaie feuillue : quelles méthodes pour quels objectifs ?

P. Lejeune, T. Gheysen  
Namur, le 6 décembre 2007



## Introduction

- Caractériser les peuplements forestiers
  - Décrire la situation à un temps  $t$  (inventaire)
  - Etablir un suivi au cours du temps (monitoring)
  - Prévoir l'évolution future (simulation)
- Eléments à considérer
  - Matériel sur pied, régénération (densité, structure, composition), état sanitaire, dégâts, biodiversité, production, ...



## Introduction

- Inventaires forestiers
  - Outil de gestion « traditionnel »
  - Adapter à de nouveaux besoins,  
à de nouvelles contraintes
  - Mettre à profit les nouvelles technologies



## Introduction

- Approche préconisée
  - Inventaires permanents par échantillonnage
- Pourquoi ?
  - Rationalisation des moyens disponibles
  - Diversification des informations délivrées
  - Connaissance de la précision des informations
  - Mesure de l'accroissement

## Introduction

- Mise en œuvre d'un inventaire par échantillonnage
  - Définition des objectifs
  - Préparation du plan d'échantillonnage
  - Collecte des données sur le terrain
  - Traitement des données
  - Présentation et interprétation des résultats
- Limites de l'inventaire par échantillonnage
  - Surface à inventorier
  - Caractérisation d'objets « rares »

## 1. Mise en œuvre d'un inventaire

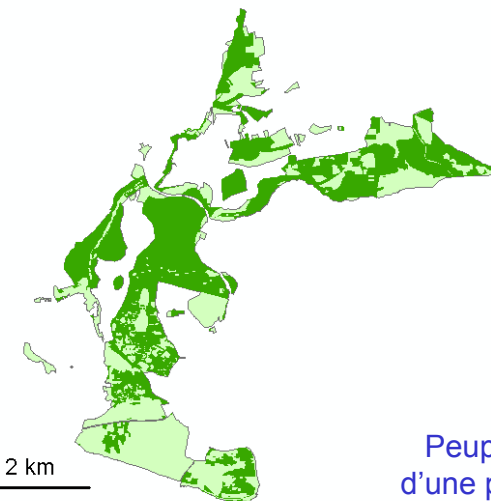
### Définition des objectifs

- Préparation du plan d'échantillonnage
- Collecte des données sur le terrain
- Traitement des données
- Présentation des résultats

## Définition des objectifs

- Echelle spatiale
  - ✓ Définition de la zone à inventorier
  - ✓ Découpage de la zone à inventorier
  - ✓ Echelle de description des peuplements
- Echelle temporelle
  - ✓ Fréquence de remesurage
  - ✓ Organisation des opérations dans l'espace et dans le temps

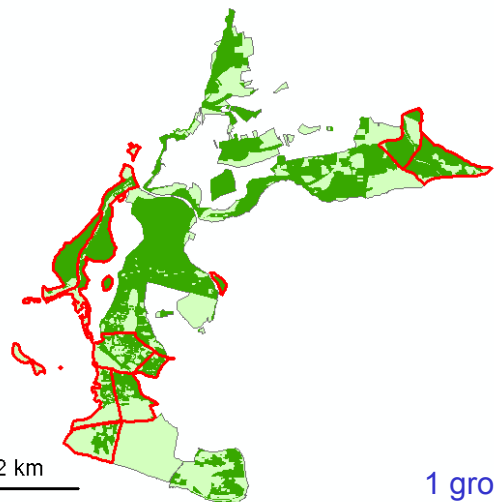
## Echelle de description



2 km  
Domaine provincial de Mirwart

Peuplements feuillus  
d'une propriété entière

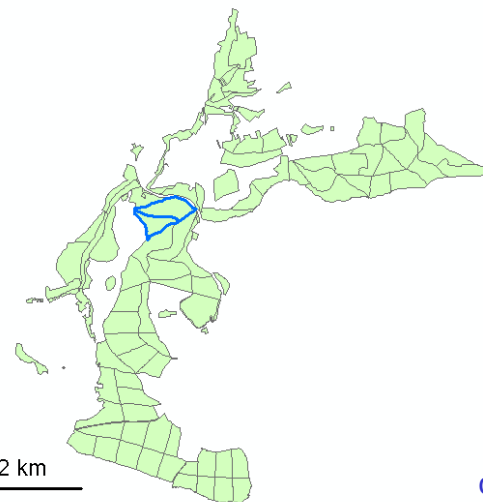
## Echelle de description



Domaine provincial de Mirwart

1 coupe  
1 groupe de coupes

## Echelle de description



Domaine provincial de Mirwart

1 ou plusieurs  
compartiment(s)

## Définition des objectifs

- Nature des informations souhaitées (<> données à collecter)
  - ✓ Matériel sur pied (arbres > seuil d'inventaire)
    - dimensions, qualité, état sanitaire, dégâts, ...
  - ✓ Régénération
    - essence, stade, recouvrement, avenir, dégâts, ...
  - ✓ Biodiversité
    - bois mort au sol ou sur pied
  - ✓ ...

→ système modulable

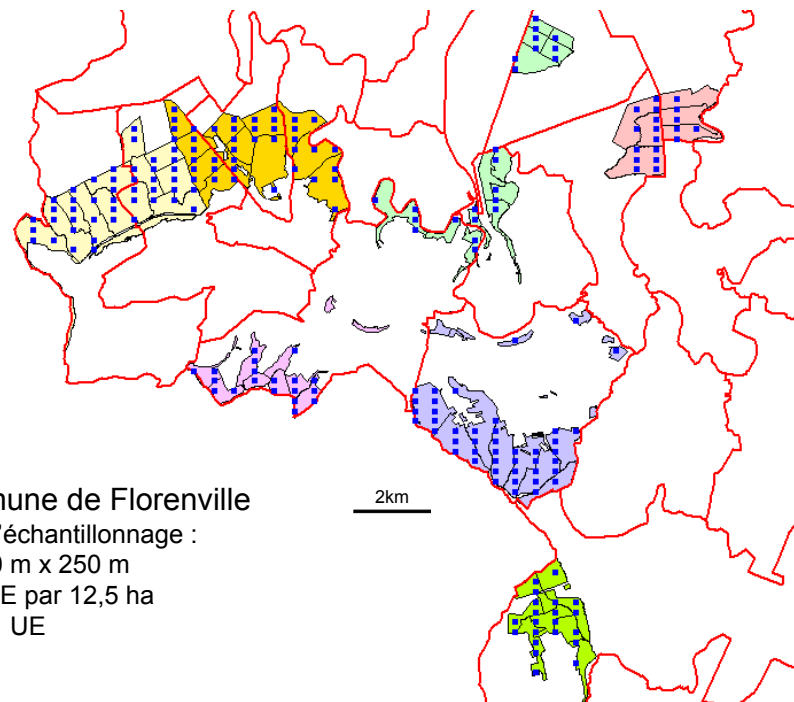
## Définition des objectifs

- Précision des informations produites
  - ✓ Connue (<> inconnue)
  - ✓ Calcul sur une base statistique
  - ✓ Fixation d'un niveau à atteindre
- Qualité des informations produites
  - ✓ Mise en place d'un contrôle « qualité »

## 2 méthodes proposées

### ● Méthode 1

- ✓ la zone d'inventaire est couverte en 1 fois
- ✓ la dimension de la grille est adaptée à la surface couverte ou à celle des *unités* pour lesquelles on souhaite produire des résultats
- ✓ installer un nombre minimum de 30 à 50 unités d'échantillonnage (UE)



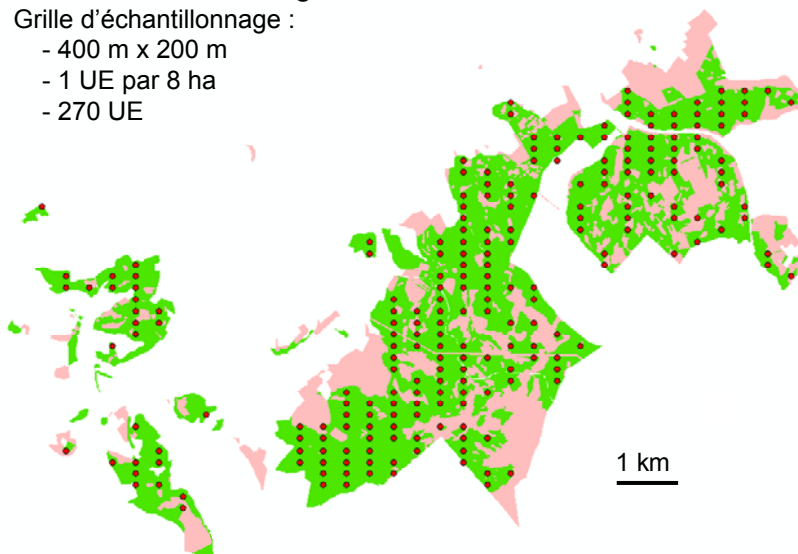
## Commune de Florenville

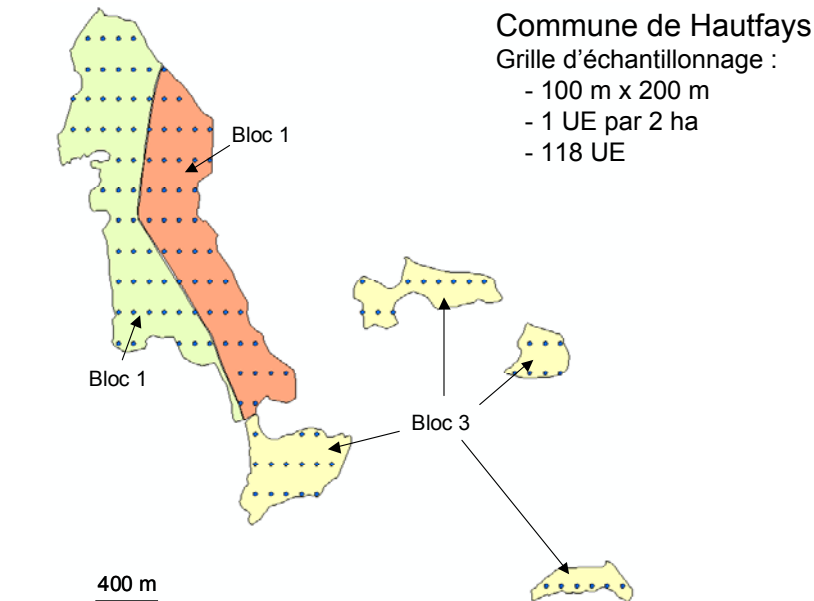
Région	« Série »	Nombre d'UE	
Ardenne	Saint-Cécile	41	127
	Lacuisine	23	
	Muno	44	
	Chiny	19	
Gaume	Chassepierre	19	84
	Villers-devant-Orval	21	
	Aisances	44	
<b>Total</b>		<b>211</b>	



## Commune de Nassogne

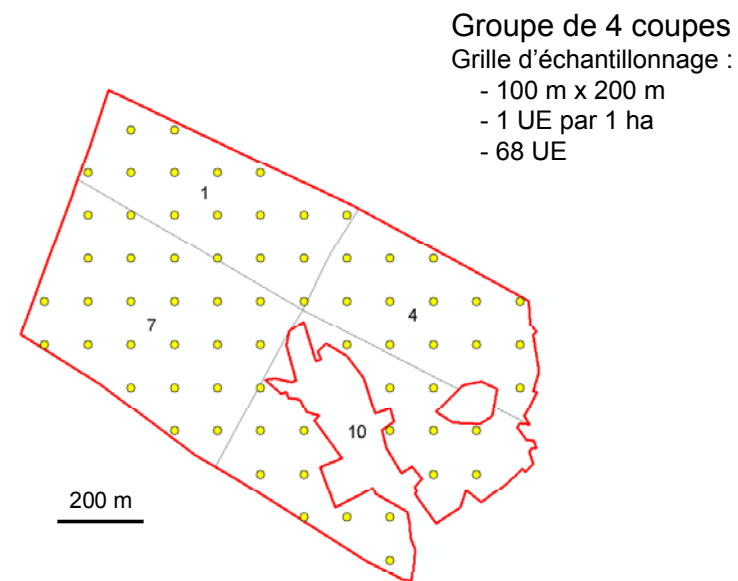
Grille d'échantillonnage :  
 - 400 m x 200 m  
 - 1 UE par 8 ha  
 - 270 UE





6 décembre 2007

Inventaires forestiers  
en futaie feuillue



6 décembre 2007

Inventaires forestiers  
en futaie feuillue



## 2 méthodes proposées

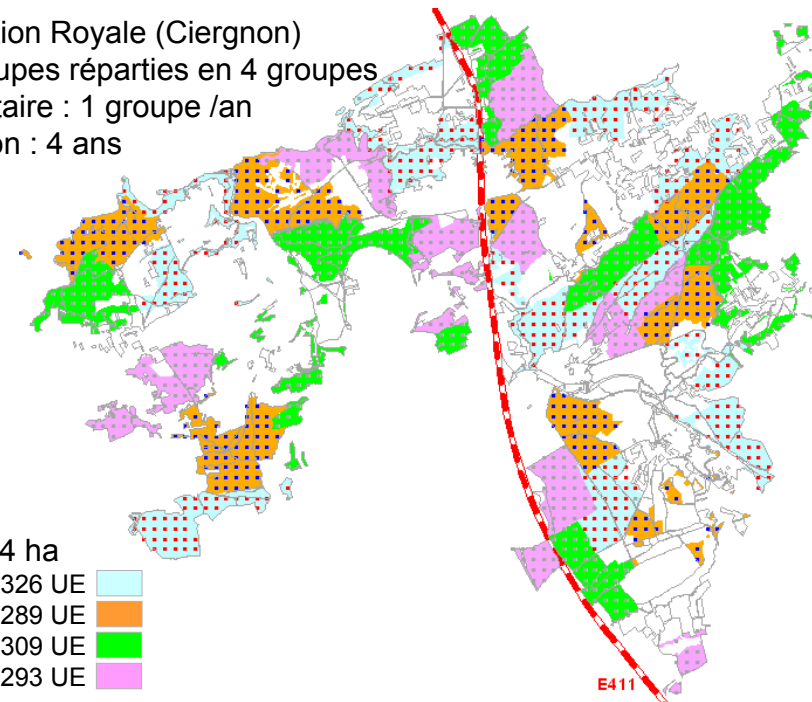
### • Méthode 2

- ✓ découpage de la zone d'inventaire en *blocs* (groupes de coupes)
- ✓ 1 bloc parcouru par année
- ✓ périodicité de l'inventaire = nombre de blocs
- ✓ l'organisation des passages en inventaire est calquée sur l'organisation des coupes
- ✓ Au sein d'un bloc, l'information peut être exprimée par rapport à des entités de gestion (exemple : brigade)

6 décembre 2007

Inventaires forestiers  
en futaie feuillue

Donation Royale (Ciergnon)  
16 coupes réparties en 4 groupes  
Inventaire : 1 groupe /an  
rotation : 4 ans



1UE /4 ha  
2003 : 326 UE  
2004 : 289 UE  
2005 : 309 UE  
2006 : 293 UE

E411





# 1. Mise en œuvre d'un inventaire

Définition des objectifs

## Préparation du plan d'échantillonnage

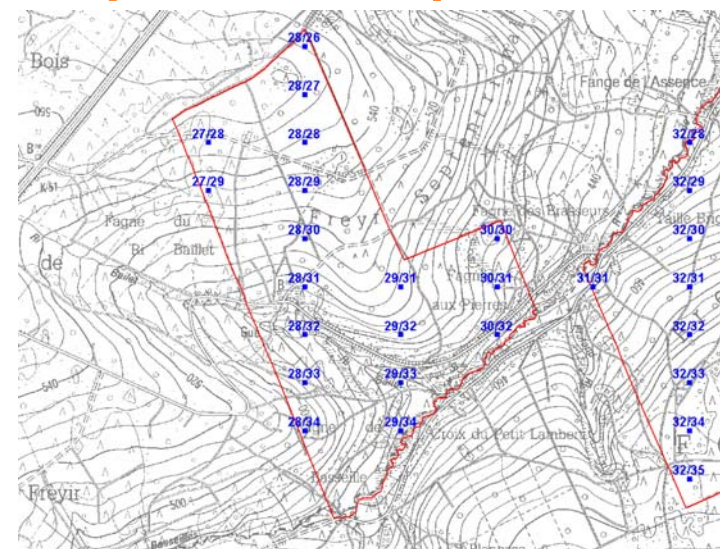
Collecte des données sur le terrain

Traitement des données

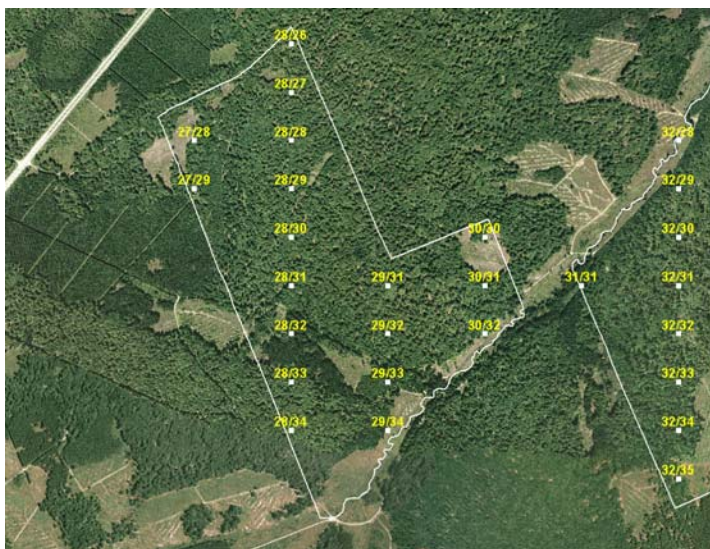
Présentation des résultats



## Préparation du plan d'éch.



## Préparation du plan d'éch.



# 1. Mise en œuvre d'un inventaire

Définition des objectifs

Préparation du plan d'échantillonnage

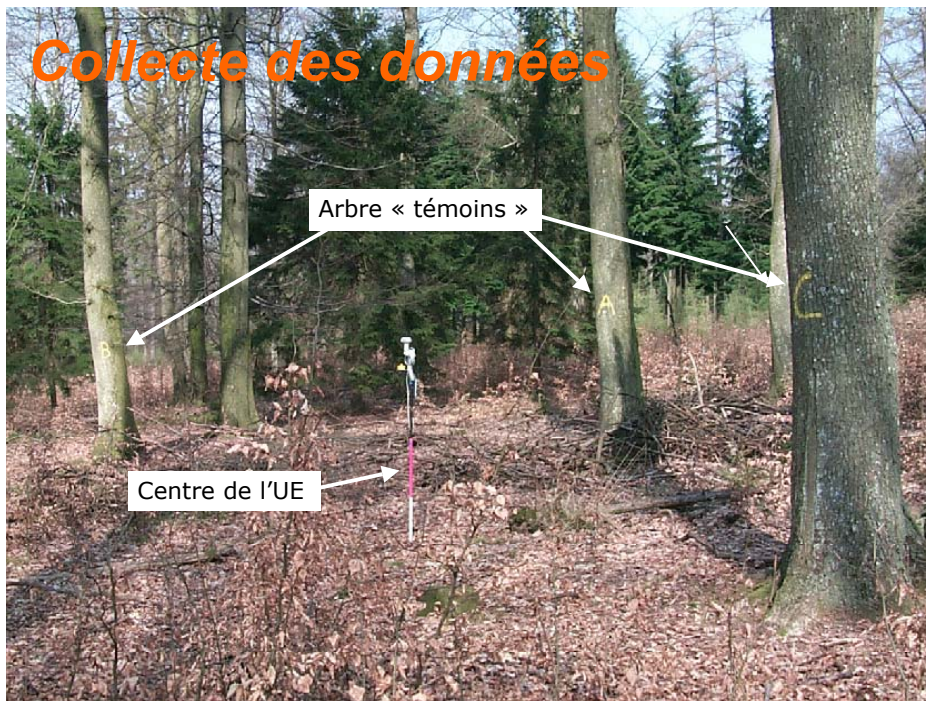
## Collecte des données sur le terrain

Traitement des données

Présentation des résultats



## Collecte des données



## Collecte des données

Inventaire : Bloc Rasé Nord (2004)

N° UE : 577 Déplac : X :  
 Date : 1/03/07 Dist (m) : Y :  
 Opérat : O.P. Azimut : Rmax :  
 Pente : 3 Année pl. :

Arbres (n bois avec un rayon maximum de 18 m)

N°	Ess	Dist (m)	Azimut	c150 (cm)	Htot (m)	Sanit	Dépt/ faces	Statut
1	41	10.9	117					
2	41	5.4	191	31.7				
3	41	4.8	181	32.8			7	
4	41	13.3	154	33.0				
5	41	12.7	159					
6	41	10.6	130				7	
7	41	7.9	127					
8	41	4.4	160					
9	41	10.3	126					
10	41	4.9	130					
11	41	12.2	142					
12								
25								

Régénération (12 m)

Ess	Stade	Rec	Ecart	Avenir	% deg g/Bier
41	2	3	1	2	

6 décembre 2007

Inventaires forestiers en futaie feuillue

## Collecte des données

- Equipement adapté (productivité !)



6 décembre 2007

Inventaires forestiers en futaie feuillue

## 1. Mise en œuvre d'un inventaire

- Définition des objectifs
- Préparation du plan d'échantillonnage
- Collecte des données sur le terrain
- Traitement des données**
- Présentation des résultats

6 décembre 2007

Inventaires forestiers en futaie feuillue

## Traitement des données

- Application informatique spécifique
- 3 étapes :
  - ✓ Encodage – vérification
  - ✓ Définition des paramètres de traitement
  - ✓ Traitement proprement dit



## Encodage et vérification

## Paramètres de traitement

- Définition de la zone d'intérêt
- Définition des groupes d'essences (présentation des résultats)
- Modalités d'affichage des résultats

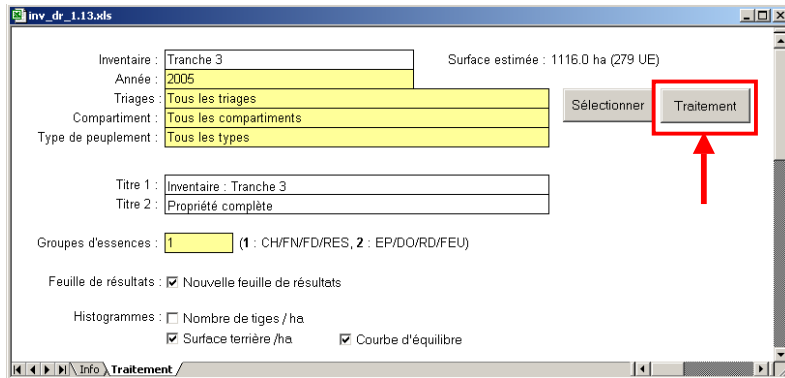


## Paramètres de traitement





## Traitement proprement dit



inv\_dr\_1.13.xls

Inventaire : Tranche 3      Surface estimée : 1116.0 ha (279 UE)  
Année : 2005  
Triages : Tous les triages  
Compartment : Tous les compartiments  
Type de peuplement : Tous les types

Sélectionner **Traitement**

Titre 1 : Inventaire : Tranche 3  
Titre 2 : Propriété complète

Groupes d'essences : 1 (1 : CH/FN/FD/RES, 2 : EP/DO/RD/FEU)

Feuille de résultats :  Nouvelle feuille de résultats

Histogrammes :  Nombre de tiges / ha  
 Surface terrière /ha     Courbe d'équilibre

Info Traitement

## 1. Mise en œuvre d'un inventaire

Définition des objectifs  
Préparation du plan d'échantillonnage  
Collecte des données sur le terrain  
Traitement des données

### Présentation des résultats

## Présentation des résultats

- Types de résultats
- Présentation standardisée
- Interprétation des résultats

## Types de résultats

- Cas des peuplements feuillus
  - Variables dendrométriques « globales »
  - Qualité et état sanitaire des arbres
  - Structure et composition des peuplements
  - Caractérisation de la régénération
  - Indices de biodiversité
  - Accroissement, production

# Présentation de résultats

## Objectif

- Uniformiser la présentation
- Faciliter la lecture (document synthétique)
- Automatiser la préparation d'un rapport
- Traçabilité de l'information

→ Préparation d'un *Tableau de bord*

Domaine provincial de Mirwart  
Peuplements feuillus  
(ensemble du domaine)

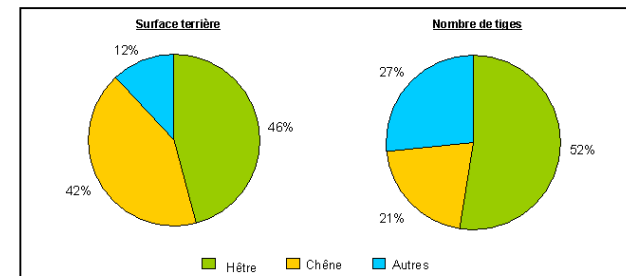
Surface : 684 ha  
Echantillon : 171 UE (1UE/4ha)  
Date : Avril 2006

version 1.0

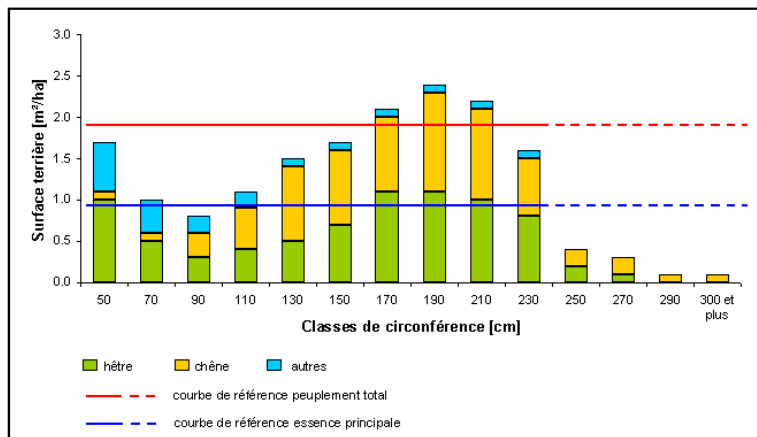
1. Etat des lieux général

### Données dendrométriques

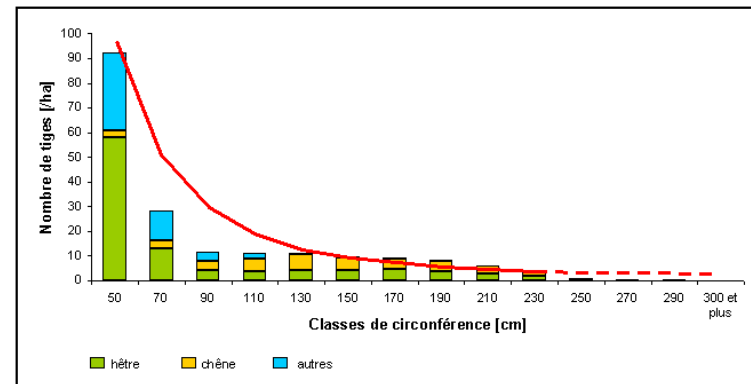
	Surface terrière [m²/ha]		Nombre de tiges [ha]		Volume marchand [m³/ha]	
	moyenne	e%	moyenne	e%	moyenne	e%
<b>Peuplement total</b>	16.9	6.5	193	11.6	134.6	7
<b>Hêtre</b>	7.7	13.6	101	17.4	66.1	14.3
<b>Chêne</b>	7.1	15.2	40	21.3	50.7	15.4
<b>Autres</b>	2	31	52	31.3	17.8	32.9



### Paramètres dendrométriques globaux



Structure et composition (exprimées en surface terrière)  
Comparaison à une courbe objectif



Graphique « Nombre de tiges » moins lisible



### Répartition de la surface en fonction de la densité des peuplements

Type	Surface [ha]	%	
Peuplements ouverts (Gha < 5m²/ha)	32	5	5
Peuplements très clairs (5 < Gha < 10)	52	8	35
Peuplements clairs (10 < Gha < 17)	188	27	
Peuplements denses (17 < Gha < 22)	188	27	60
Peuplements très denses (Gha > 22)	224	33	

### Structure des peuplements

Type	Surface [ha]	%
Structure à Gros bois dominant	388	59
Structure à Moyen et Gros bois	92	14
Structure à Moyen bois dominant	64	10
Structure à Petits bois dominant	48	7
Structure à Moyen et Petit bois	40	6
Structure à Gros bois et Petit bois	12	2
Structure sans classe dominante	16	2

### Caractérisation de la diversité des faciès (typologie)



**Domaine provincial de Mirwart**  
**Peuplements feuillus**  
 (ensemble du domaine)

Surface : 684 ha  
 Echantillon : 171 UE (1UE/4ha)  
 Date : Avril 2006

version 1.0

### 4. Biodiversité

#### Diversité spécifique

Nombre total d'essences	22	Essences héliophiles [%]	48
-------------------------	----	--------------------------	----

Liste et importance relative des essences observées dans le peuplement

Essences	%	Essences	%
Hêtre	45.8	Frêne	0.6
Chênes indigènes	40.8	Pin sylvestre	0.4
Epicéa commun	3.8	Saules	0.3
Charme	2.0	Aulne blanc	0.3
Erable sycomore	1.2	Peupliers trembles	0.1
Aulne glutineux	1.1	Mélèzes	0.1
Bouleaux	1.0	Douglas	0.1
Erable plane	0.8	Tsugas	0.1
Peupliers noirs	0.6	Sapins	0.0
Chêne rouge	0.6	Autres	0.0

### Diversité spécifique



**Haut-Fays**  
**Peuplements feuillus**  
 (ensemble de la propriété)

Surface : 236 ha  
 Echantillon : 118 UE (1UE/2ha)  
 Date : 2006

version 1.0

### 6. Accroissements

#### Accroissement moyen du peuplement total

	Accroissement périodique		Passage futaie		Prélèvement		Mortalité	
	Moyenne	e%	Moyenne	e%	Moyenne	e%	Moyenne	e%
Nombre de tige [ha]			9	31.8	1.4	43	0.4	109
Surface terrière [m²/ha]	0.3	24.9	0.2	35	0.2	42.2	0	126
Volume [m³/ha]	4.4	25	1.7	43.3	2.8	43.1	0.2	126

#### Accroissement moyen en circonférence (cm/an)

Essences	Moyenne	e%
Hêtre	1.6	4.2
Epicéas	1.1	64.8
Chênes indigènes	1.0	27.7
Erable sycomore	1.0	>100

### Estimation des accroissements



## Exemples de résultats

### • Commune de Florenville

#### Diversité (% surface terrière)

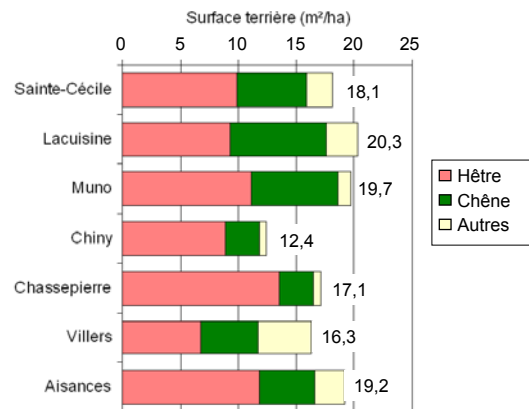
Ardenne		Gaume	
Chênes indigènes	49,3	Hêtre	61,8
Hêtre	46,8	Chênes indigènes	23,8
Charme	1,2	Charme	4,8
Epicéa	1,1	Erable sycomore	3,5
Bouleau	0,6	Frêne	3,0
Erable sycomore	0,5	Tilleul	0,9
Tremble	0,2	Bouleau	0,6
Pin sylvestre	0,2	Mélèzes	0,5
Pommier	0,1	Erable plane	0,4
Sorbier	0,05	Merisier	0,2
Saule marseau	0,05	Sorbier	0,2
		Epicéa	0,2
		Chêne rouge	0,1
		Feuillus divers	0,1
		Pommier	0,05



## Exemples de résultats

### Commune de Florenville

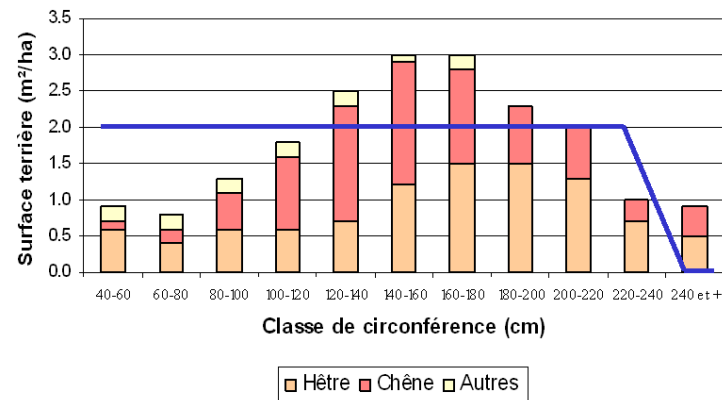
#### Densité et composition (surface terrière)



## Exemples de résultats

### Commune de Nassogne

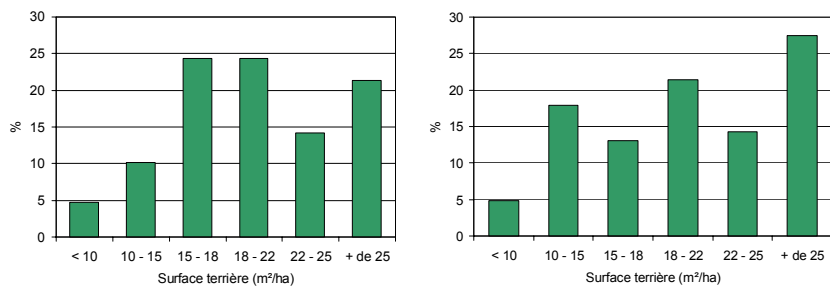
#### Structure et composition



## Exemples de résultats

### Commune de Florenville

#### Variabilité de la densité (surface terrière)



Ardenne

Gaume

## Exemples de résultats

### Commune de Florenville

#### Importance des différents types de structure

Classe	Surf (ha)	Surf (%)
Vide	0.0	0.0
TGB	287.5	18.1
GB	700.0	44.1
MB-GB	337.5	21.3
BM	112.5	7.1
PB-MB	37.5	2.4
PB	62.5	3.9
PB-GB	12.5	0.8
JARDI	25.0	1.6

Ardenne

(TGB + GB : 62 %)

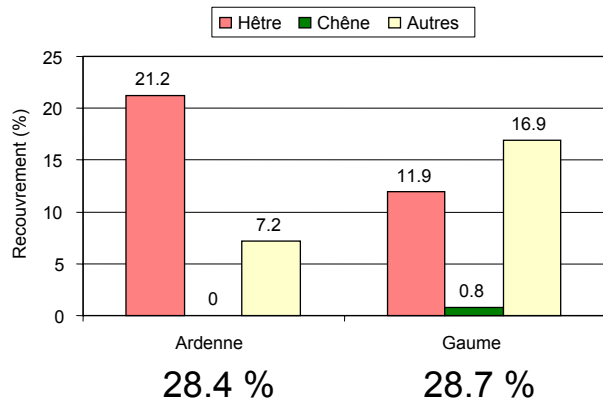
Gaume

(TGB + GB : 55 %)

## Exemples de résultats

### • Commune de Florenville

#### Régénération naturelle



## Exemples de résultats

### • Commune de Florenville

#### Etat sanitaire (« maladie du hêtre »)

Volume sur pied (m<sup>3</sup>/ha)

Statut des arbres	Total		Ardenne		Gaume	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004
Sain	135	130	137	132	133	127
Dépérissant	3,8	<b>6,0</b>	5,1	<b>7,9</b>	1,7	<b>3,2</b>
Martelé*	4,0	4,9	3,7	4,1	4,3	6,7
Mort	1,4	1,3	1,4	1,3	1,4	1,4
Prélèvement	-	4,1	-	3,6	-	4,9

\* non dépérissant

## Exemples de résultats

### • Commune de Haut-Fays

#### Importance des dégâts (« écorcement »)

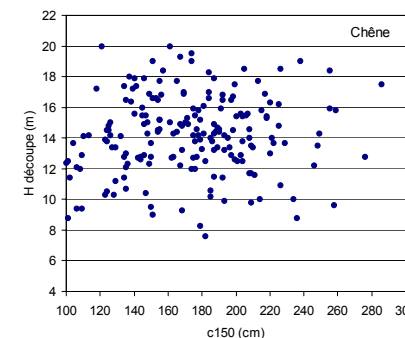
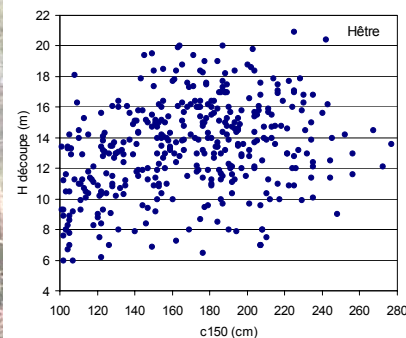
c150 (cm)	arbres écorcés (%)
35	13.4
45	17.1
55	22.3
65	3.7
75	14.9
85	18.3
95	7.4
Total	15.0



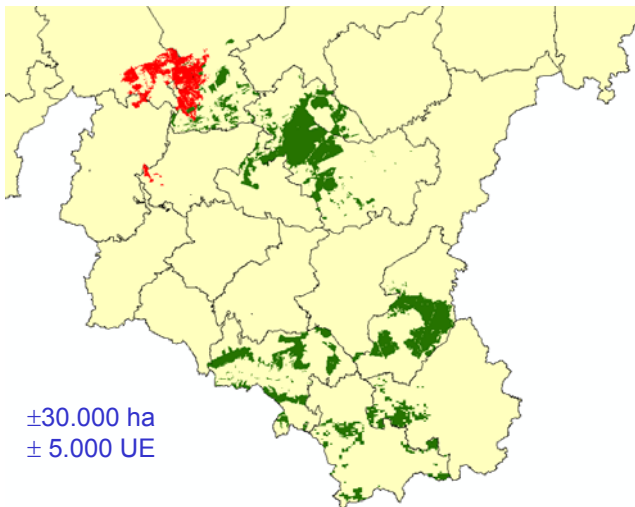
## Exemples de résultats

### • Commune de Haut-Fays

#### Caractéristiques dendrométriques des arbres (relation hauteur de recoupe – circonférence)



## Sites « pilotes »



## 2. Limites de l'inventaire par échantillonnage

### Surface à inventorier

Caractérisation d'objets « rares »

## Surface à inventorier

- Type d'inventaire destiné à des surfaces moyennes à importantes
- Installer au moins 30 à 50 UE

## 2. Limites de l'inventaire par échantillonnage

Surface à inventorier

Caractérisation d'objets « rares »



## Objets rares

- Objets rares : essences secondaires, arbres malades, arbres réservés, ...
- Inventaire par échantillonnage peu adapté à la description ou à la quantification des « objets rares »

Domaine provincial de Mirwart  
Peuplements feuillus  
(ensemble du domaine)

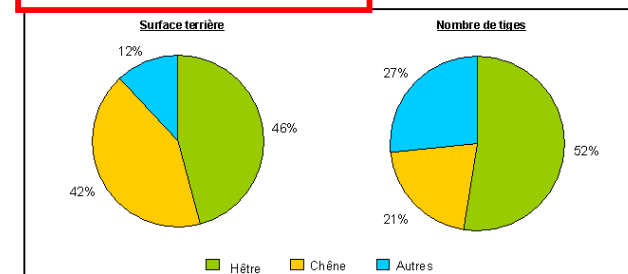
Surface : 684 ha  
Echantillon : 171 UE (1UE/4ha)  
Date : Avril 2006

version 1.0

1. Etat des lieux général

Données dendrométriques

	Surface terrière [m <sup>2</sup> /ha]		Nombre de tiges [ha]		Volume marchand [m <sup>3</sup> /ha]	
	moyenne	e%	moyenne	e%	moyenne	e%
<b>Peuplement total</b>	16.9	6.5	193	11.6	134.6	7
Hêtre	7.7	13.6	101	17.4	66.1	14.3
Chêne	7.1	15.2	40	21.3	50.7	15.4
Autres	2	31	52	31.3	17.8	32.9



Paramètres dendrométriques globaux

Haut-Fays  
Peuplements feuillus  
(ensemble de la propriété)

Surface : 236 ha  
Echantillon : 118 UE (1UE/2ha)  
Date : 2006

version 1.0

6. Accroissements

Accroissement moyen du peuplement total

	Accroissement périodique		Passage futaie		Prélèvement		Mortalité	
	Moyenne	e%	Moyenne	e%	Moyenne	e%	Moyenne	e%
Nombre de tige [ha]			9	31.8	1.4	43	0.4	109
Surface terrière [m <sup>2</sup> /ha]	0.3	24.9	0.2	35	0.2	42.2	0	126
Volume [m <sup>3</sup> /ha]	4.4	25	1.7	43.3	2.8	43.1	0.2	126

Accroissement moyen en circonférence (cm/an)

Essences	Moyenne	e%
Hêtre	1.6	4.2
Epicéas	1.1	64.8
Chênes indigènes	1.0	27.7
Erable sycomore	1.0	>100

Estimation des accroissements

## Objets rares

- Solutions
  - Augmenter le taux de sondage
  - Considérer les résultats à des échelles plus globales
  - Utiliser un plan d'échantillonnage plus efficace (complexité)
  - Opter pour un **recensement** des objets

# Recensement

## Principe

- ✓ Localisation et description des objets
- ✓ Information détaillée par objet
- ✓ Encodage + localisation : PDA\* + GPS
- ✓ Saisie des données à l'occasion du parcours des peuplements en martelage

\* Personal Data Assistant

# Recensement

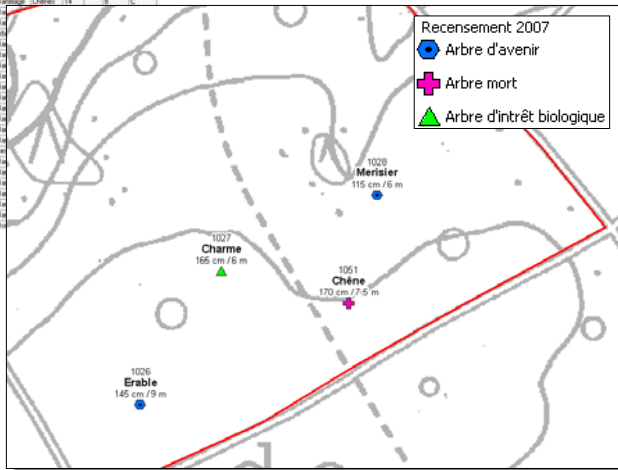


PDA+ GPS

Date	Time	Longitude	Latitude	compart	type_obs	essence	c150	Cac	Hec	Qualité
21/08/2007	9:56:42	5.1109723	50.149628	125	Arbre_pks	Frêne	15	123	12	B
21/08/2007	9:57:40	5.111895	50.15071	125	Martelage	Chêne	15	12	8	
21/08/2007	9:00:37	5.112307	50.14807	125	Martelage	Chêne	11	12	8	
27/09/2007	9:37:46	5.0921083	50.118976	125	Martelage	Chêne	10	9	C	
27/09/2007	9:41:32	5.0920067	50.118618	125	Martelage	Chêne	14	8	C	
27/09/2007	9:42:40	5.0920967	50.118695	125	Martelage	Chêne	15	12	C	
27/09/2007	9:47:52	5.09281	50.119573	125	Martelage	Chêne	10	8	C	
27/09/2007	9:49:57	5.09273	50.119337	125	Arbre_pks	Messis	10	98	11	A
27/09/2007	9:50:32	5.09307	50.119295	125	Martelage	Chêne	14	9	C	
27/09/2007	9:51:19	5.093067	50.11991	125	Martelage	Chêne	15	11	B	
27/09/2007	9:52:09	5.0925717	50.119593	125	Martelage	Chêne	16	8	C	
27/09/2007	9:52:48	5.0932117	50.119242	125	Martelage	Chêne	13	10	C	
27/09/2007	9:53:24	5.0930617	50.119272	125	Martelage	Chêne	12	10	B	
27/09/2007	9:53:52	5.0930867	50.119245	125	Martelage	Chêne	11	8	B	
27/09/2007	9:54:18	5.09366	50.119885	125	Martelage	Chêne	13	7	C	
27/09/2007	9:55:18	5.0932067	50.12009	125	Martelage	Chêne	11	12	C	
27/09/2007	9:55:41	5.0927617	50.119993	125	Martelage	Chêne	12	8	B	
27/09/2007	9:56:07	5.0928683	50.119723	125	Martelage	Chêne	11	10	B	
27/09/2007	9:56:50	5.0938183	50.119202	125	Reu_Luo	Chêne		165	8	D
27/09/2007	9:57:11	5.090183	50.11923	125	Martelage	Chêne	11	7	B	
27/09/2007	9:57:32	5.0927867	50.118683	125	Martelage	Chêne	10	10	B	
27/09/2007	9:58:20	5.093645	50.119658	125	Martelage	Chêne	11	10	C	
27/09/2007	9:58:52	5.0934483	50.120093	125	Martelage	Chêne	13	8	C	
27/09/2007	9:59:24	5.09387	50.119498	125	Martelage	Chêne	13	10	B	
27/09/2007	9:59:49	5.0937617	50.119362	125	Martelage	Chêne	11	10	B	
27/09/2007	10:01:17	5.0939717	50.11949	125	Mort	Chêne		225	6	M

# Recensement

Date	Time	Longitude	Latitude	compart	type_obs	essence	c150	Cac	Hec	Qualité
21/08/2007	9:56:42	5.1109723	50.149628	125	Arbre_pks	Frêne	15	123	12	B
21/08/2007	9:57:40	5.111895	50.15071	125	Martelage	Chêne	15	12	8	
21/08/2007	9:00:37	5.112307	50.14807	125	Martelage	Chêne	11	12	8	
27/09/2007	9:37:46	5.0921083	50.118976	125	Martelage	Chêne	10	9	C	
27/09/2007	9:41:32	5.0920067	50.118618	125	Martelage	Chêne	14	8	C	
27/09/2007	9:42:40	5.0920967	50.118695	125	Martelage	Chêne	15	12	C	
27/09/2007	9:47:52	5.09281	50.119573	125	Martelage	Chêne	10	8	C	
27/09/2007	9:49:57	5.09273	50.119337	125	Arbre_pks	Messis	10	98	11	A
27/09/2007	9:50:32	5.09307	50.119295	125	Martelage	Chêne	14	9	C	
27/09/2007	9:51:19	5.093067	50.11991	125	Martelage	Chêne	15	11	B	
27/09/2007	9:52:09	5.0925717	50.119593	125	Martelage	Chêne	16	8	C	
27/09/2007	9:52:48	5.0932117	50.119242	125	Martelage	Chêne	13	10	C	
27/09/2007	9:53:24	5.0930617	50.119272	125	Martelage	Chêne	12	10	B	
27/09/2007	9:53:52	5.0930867	50.119245	125	Martelage	Chêne	11	8	B	
27/09/2007	9:54:18	5.09366	50.119885	125	Martelage	Chêne	13	7	C	
27/09/2007	9:55:18	5.0932067	50.12009	125	Martelage	Chêne	11	12	C	
27/09/2007	9:55:41	5.0927617	50.119993	125	Martelage	Chêne	12	8	B	
27/09/2007	9:56:07	5.0928683	50.119723	125	Martelage	Chêne	11	10	B	
27/09/2007	9:56:50	5.0938183	50.119202	125	Reu_Luo	Chêne		165	8	D
27/09/2007	9:57:11	5.090183	50.11923	125	Martelage	Chêne	11	7	B	
27/09/2007	9:57:32	5.0927867	50.118683	125	Martelage	Chêne	10	10	B	
27/09/2007	9:58:20	5.093645	50.119658	125	Martelage	Chêne	11	10	C	
27/09/2007	9:58:52	5.0934483	50.120093	125	Martelage	Chêne	13	8	C	
27/09/2007	9:59:24	5.09387	50.119498	125	Martelage	Chêne	13	10	B	
27/09/2007	9:59:49	5.0937617	50.119362	125	Martelage	Chêne	11	10	B	
27/09/2007	10:01:17	5.0939717	50.11949	125	Mort	Chêne		225	6	M



# Conclusions

## Inventaires par échantillonnage

- ✓ Bien définir les objectifs
- ✓ Adapter la méthode aux objectifs
- ✓ Interprétation des résultats : attention à l'échelle de description
- ✓ Limites : surfaces restreintes et objets rares → recensement par objet



Recherche financée par la Région  
wallonne (DGRNE)  
*Accord-Cadre de Recherche et  
Vulgarisation forestières*



Merci pour votre attention ...

Cette présentation est disponible sur  
[www.fsagx.ac.be/gf](http://www.fsagx.ac.be/gf)