

Le logiciel OPTIMFOR et la gestion du risque



C. BELLE – L. GUENNEGUEZ

I.A.E. - BORDEAUX IV

16-17 mars 2005

- Recherche de l'itinéraire sylvicole optimal
- Calcul de l'itinéraire de rattrapage optimal après une rupture de séquence
- Estimation de la perte pour le propriétaire
- Esquisse d'une stratégie de minimisation du risque

• OPTIMFOR



OPTIMFOR

logiciel écrit en JAVA
utilisant l'algorithme de
Bellman (programmation
dynamique)

1 – Calcul de l'itinéraire sylvicole optimal idéal (sans incident)

1.1 – prise en compte des paramètres biologiques (structurels)

1.2 – prise en compte des contraintes de gestion (délais min et max entre deux éclaircies...)

1.3 – prise en compte des différents coûts de gestion, impôts et taxes

1.4 – choix du critère d'optimisation (ex. maximisation du revenu net actualisé)

OPTIMFOR

Ecran 1 : DIALOGUE GENERAL

The image displays two side-by-side screenshots of the OPTIMFOR software interface, showing the 'DIALOGUE GENERAL' dialog box in French (left) and English (right). The interface is organized into several sections, each with a dashed line separator and a title in blue text.

ORGANISATION / ORGANIZATION

- Couleurs 0 / Colors 0**
- Général 1 / Generality 1**
 - Charger fichier PARAMETRES e / Load PARAMETER's file e
 - Enregistrer fichier PARAMETRES f / Record PARAMETER's file f

PEUPEMENT / PLANTING

- Imprimer Données d / Print Datas d**
- Charger fichier ENVIRONNEMENT y / Load ENVIRONNEMENT's file y**
- Enregistrer fichier ENVIRONNEMENT z / Record ENVIRONNEMENT's file z**
- Paramètres PEUPEMENT 2 / PLANTING Parameters 2**
 - VALEURS INITIALES circonférence & hauteur 3 / INITIAL VALUES round & height 3
 - CONTRAINTES sur ECLAIRCIES 6 / CONSTRAINTS on CLEARINGS 6
 - PREPARATION TERRAIN & INSTALLATION PEUPEMENT 8 / PREPARING LAND & FOREST INSTALLATION 8
 - DEGAGEMENTS avant PREMIERE ECLAIRCIE 9 / CLEARING before FIRST CLEARING 9
 - TRAVAUX de PRELEVEMENT & COUTS de GESTION a / WORKING of TAKING & MANAGEMENT COSTS a
 - TABLEAU PRIX du BOIS p / BOARD of WOODEN PRICE p

EXCEPTIONS / EXCEPTIONS

- RECETTES/DEPENSES EXCEPTIONNELLES c / PROFITS/EXPENSES EXCEPTIONNALLY c
- TABLEAU ECLAIRCIES-SINISTRES s / BOARD CLEARINGS-SINISTERS s**
- RAZ (!) TABLEAU ECLAIRCIES-SINISTRES i / -ZERO (!) BOARD CLEARINGS-SINISTERS i**

OPTIMUM / OPTIMUM

- CRITERES d'OPTIMISATION z / CRITERIUM of OPTIMISATION z**
- VALEURS INITIALES des PARAMETRES OPTIMISATION g / INITIAL VALUES of OPTIMISATION PARAMETERS g**
- Optimiser x / Optimize x**
- Liste des OPTIMUMS l / OPTIMUM'S List l
- Enregistrer écran-optimum w / -Record optimum-screen w**
- Charger écran-optimum u / -Load optimum-screen u**

STATISTIQUES / STATISTICS

- visualiser GRAPHE k / view GRAPH k**
- GRAPHIQUES h / DIAGRAMS h**
- paramètres SCRIPT r / parameters of SCRIPT r
- AIDE ? / HELP ?**
- Quitter q / Quit q**

The bottom of the screen shows the Windows taskbar with the 'démarrer' button, two active taskbar buttons for 'création Optimum pe...' and 'create Optimum Plant...', and a system tray with 'FR' and '02:32'.

OPTIMFOR : le peuplement et les contraintes

The image displays the OPTIMFOR software interface with several dialog boxes open. The main window is titled "création Optimum peuplement:OPTIMFOR[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal 50 tiges".

DIALOGUE GENERAL : Paramètres Dialogues & OPTIMUM ...

- ORGANISATION**
 - Couleurs 0
 - Général 1
 - Charger fichier PARAMETRES e
 - Enregistrer fichier PARAMETRES f
- PEUPLEMENT**
 - Imprimer Données d
 - Charger fichier ENVIRONNEMENT y
 - Enregistrer fichier ENVIRONNEMENT z
 - Paramètres PEUPLEMENT 2
 - VALEURS INITIALES circonférence & hauteur 3**
 - CONTRAINTES sur ECLAIRCIES 6
 - PREPARATION TERRAIN & INSTALLATION PEUPLEMENT 8**
 - DEGAGEMENTS avant PREMIERE ECLAIRCIE 9
 - TRAVAUX de PRELEVEMENT & COUTS de GESTION a
 - TABLEAU PRIX du BOIS p
- EXCEPTIONS**
 - RECETTES/DEPENSES EXCEPTIONNELLES c
 - TABLEAU ECLAIRCIES-SINISTRES s
 - RAZ (!!) TABLEAU ECLAIRCIES-SINISTRES i
- OPTIMUM**
 - CRITERES d'OPTIMISATION 7
 - VALEURS INITIALES des PARAMETRES OPTIMISATION g
 - Optimiser x
 - Liste des OPTIMUMS l
 - Enregistrer écran-optimum w
 - Charger écran-optimum u
- STATISTIQUES**
 - visualiser GRAPHE k
 - GRAPHIQUES h
 - paramètres SCRIPT r
 - AIDE ?
 - Quitter q

Paramètres PEUPLEMENT 2[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal ...

- Age initial peuplement où hauteur dominante connue (ans) : 11
- Hauteur dominante initiale (mètre) : 7,9
- Ok Annul Aide ?

VALEURS INITIALES circonférence & hauteur 3[D:\OptimFor...]

- Age première situation du peuplement(ans) : 11
- Nombre tiges/hectare âge précédent (tiges/ha) : 1 200
- Circonférence dominante âge précédent (cm/tige) : 45
- Circonférence moyenne âge précédent (cm/tige) : 35
- circonférences [dominante & moyenne] connues
- Productivité 1(fort) 2(moyen-fort) 3(moyen) 4(faible): 0
- Pluvio (mm) : 0
- Ok Annul Aide ?

CONTRAINTES sur ECLAIRCIES 6[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] tes...

- Surface terrière MINIMale enlevée/éclaircie (m²/ha) :>= 6
- Nombre MINImal de tiges(tiges) :>= 0
- éclairci MAXImal de l'effectif (%) :<= 40
- Délai MINImal entre 2 éclaircies successives (ans) :>= 4
- Délai MAXImal entre 2 éclaircies successives (ans) :<= 8
- Age du peuplement où il n'y a plus d'éclaircie (ans):<= 46
- Nombre MINImal de tiges/hectare coupe finale (tiges):>= 200
- Nombre MAXImal d'éclaircies :<= 6
- H Moy (m) /Dmoy (cm) :<= 0,1
- Ok Annul Aide ?

PREPARATION TERRAIN & INSTALLATION PEUPLEMENT 8[D:\OptimFor\EcoF...

- Frais consentis préalablement à installation peuplement(€/ha) : 0
- Délai éventuel entre préparation et installation peuplement(ans) : 0
- Coût installation peuplement(€) : 1 200
- Nombre de tiges installées(tiges) : 1 200
- Coût (€) / tige installée > 1.100 : 0,15
- Ok Annul Aide ?

The Windows taskbar at the bottom shows the following active windows: "démarrer", "création Optimum pe...", "Paramètres PEUPLE...", "VALEURS INITIALES ...", "CONTRAINTES sur E...", "PREPARATION TERR...", and "FR". The system clock shows "03:28".

OPTIMFOR : les coûts de gestion et les prix de vente des bois

création Optimum peuplement:OPTIMFOR[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal 50 tiges

DIALOGUE GENERAL : Paramètres Dialogues & OPTIMUM ...

ORGANISATION

Couleurs 0

Général 1

Charger fichier PARAMETRES e

Enregistrer fichier PARAMETRES f

PEUPLEMENT

Imprimer Données d

Charger fichier ENVIRONNEMENT y

Enregistrer fichier ENVIRONNEMENT z

Paramètres PEUPLEMENT z

VALEURS INITIALES circonférence & hauteur 3

CONTRAINTES sur ECLAIRCIES 6

PREPARATION TERRAIN & INSTALLATION PEUPLEMENT 8

DEGAGEMENTS avant PREMIERE ECLAIRCIE 9

TRAVAUX de PRELEVEMENT & COUTS de GESTION a

TABLEAU PRIX du BOIS p

EXCEPTIONS

RECETTES/DEPENSES EXCEPTIONNELLES c

TABLEAU ECLAIRCIES-SIM

RAZ (!) TABLEAU ECLAIRCIES

CRITERES d'OPTIMISATION

VALEURS INITIALES des PARAMETRES

Optimiser x

Liste des OPTIMUMS I

Enregistrer écran-optim

Charger écran-optim

STAT

visualiser GRAPHE k

GRAPHIQUES h

paramètres SCRIPT r

AIDE ?

Quitter q

TRAVAUX de PRELEVEMENT & COUTS de GESTION a[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal 50 tiges

FF/surf FV/vol

Eclaircie (€/ha) = ?? (€/ha) + ?? (€/m²/ha) * Vol (m³): 60

Coupe finale (€/ha) = ?? (€/ha) + ?? (€/m²/ha) * Vol (m³): 90

Frais de gestion(€/an): 30

Taxe foncière(€/ha/an): 15

Durée exonération taxe(ans): 30

Ok Annul Aide ?

TABLEAU PRIX du BOIS p[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal 50 tiges

Circonf(cm/tige) Prix(€)

Prix	Circonf(cm/tige)	Prix(€)
Prix 01	??	??
Prix 02	??	??
Prix 03	??	??
Prix 04	??	??
Prix 05	??	??
Prix 06	??	??
Prix 07	??	??
Prix 08	??	??
Prix 09	??	??
Prix 10	??	??
Prix 11	??	??
Prix 12	??	??
Prix 13	??	??
Prix 14	??	??
Prix 15	??	??
Prix 16	??	??
Prix 17	??	??
Prix 18	??	??
Prix 19	??	??
Prix 20	??	??

Ok Annul Aide ?

DEGAGEMENTS avant PREMIERE ECLAIRCIE 9[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal 50 tiges

N°Dégagement	Age (ans)	Frais (€/ha)
01??	??	0
02??	??	0
03??	??	0
04??	??	0
05??	??	0
06??	??	0
07??	??	0
08??	??	0
09??	??	0
10??	??	0

Ok Annul Aide ?

démarrer création Optimum pe... DEGAGEMENTS avant... TABLEAU PRIX du BO... TRAVAUX de PRELEV... FR 03:49

OPTIMFOR : le critère à optimiser

The screenshot displays the OPTIMFOR software interface. The main window is titled "création Optimum peuplement:OPTIMFOR[D:\OptimFor\EcoFor.FOR] test normal 50 tiges". The "DIALOGUE GENERAL : Paramètres Dialogues & OPTIMUM ..." dialog is open, showing a sidebar with various sections: ORGANISATION, PEUPEMENT, EXCEPTIONS, and OPTIMUM. The "OPTIMUM" section is active, showing "CRITERES d'OPTIMISATION 7" and "VALEURS INITIALES des PARAMETRES OPTIMISATION g".

The "CRITERES d'OPTIMISATION 7" dialog is open, showing the following criteria:

- Taux d'actualisation (%): 3
- Critère d'OPTIMISATION: 5
- 1-production moyenne annuelle en surface terrière
- 2-production moyenne annuelle en volume sur pied
- 3-revenu brut moyen annuel
- 4-revenu net moyen annuel
- 5-revenu net actualisé
- 6-revenu net actualisé de la séquence infinie

The "VALEURS INITIALES des PARAMETRES OPTIMISATION g" dialog is also open, showing the following values:

- Variation du nombre de tiges/hectare(tiges/ha): 50
- Chemins Optimaux: 25
- Afficher tous les Chemins:
- suppression NOEUDS EQUIVALENTS:
- Délai résorption marché: 0
- Description peuplement/SIMULATION-SCENARIO: test normal 50 tiges

The taskbar at the bottom shows the Windows Start button, the application name "démarrer", and several open windows: "création Optimum pe...", "CRITERES d'OPTIMIS...", and "VALEURS INITIALES ...". The system tray shows the language "FR" and the time "03:56".

OPTIMFOR : l'itinéraire sylvicole optimal

Optimum peuplement:OPTIMFOR[C:\OptimFor\Test05yiCRPF1.FOR] ideal >> 7.143 *30

daTe	Nombre	H Moy	C Moy	G	Volume	Ne	Ge	Ve	RNA	RB	RN	N°
ans	(tiges)	(m)	(cm)	(m ²)	(m ³)	(tiges)	(m ²)	(m ²)	(€)	(€)	(€)	01
11	1.200	8,3	50,0	23,87	82,91				-1.532		-1.770	
12	1.200	9,1	53,3	27,22	102,84				275		-1.800	
13	1.200	9,9	56,5	30,55	124,30				848		-1.830	
14	1.200	10,6	59,5	33,83	147,00				1.401		-1.860	
15	1.200	11,3	62,2	37,03	170,67	250	6,04	25,72	1.779	128	-1.761	
16	950	12,1	67,0	33,98	167,63				2.716		-1.851	
17	950	12,7	69,8	36,90	191,11				3.124		-1.881	
18	950	13,4	72,5	39,76	215,20				3.517		-1.911	
19	950	14,0	75,0	42,53	239,74				3.894		-1.941	
20	950	14,6	77,3	45,20	264,56				4.249		-1.971	
21	950	15,1	79,4	47,74	289,04	160	6,39	35,85	4.573	379	-1.750	
22	790	15,7	83,4	43,75	276,49				4.838		-1.840	
23	790	16,2	85,6	46,08	299,94				5.116		-1.870	
24	790	16,7	87,6	48,34	323,47				5.374		-1.900	
25	790	17,2	89,6	50,53	346,99				5.612		-1.930	
26	790	17,6	91,4	52,61	370,11				5.823		-1.960	
27	790	18,1	93,2	54,61	392,92	195	11,18	75,18	6.011	1.281	-1.088	
28	595	18,6	97,7	45,28	338,35				6.156		-1.178	
29	595	19,0	99,7	47,08	358,91				6.312		-1.208	
30	595	19,4	101,5	48,83	379,40				6.453		-1.238	
31	595	19,8	103,3	50,54	399,76				6.573		-1.263	
32	595	20,1	104,9	52,19	419,98	160	12,06	91,21	6.678	2.650	40	
33	435	20,6	109,5	41,58	346,23				6.747		-64	
34	435	20,9	111,4	43,00	363,63				6.830		-109	
35	435	21,2	113,2	44,38	380,94				6.901		-154	
36	435	21,6	114,9	45,74	398,14				6.962		-199	
37	435	21,9	116,5	47,06	415,20				7.013		-244	
38	435	22,2	118,1	48,35	432,11	145	14,44	122,12	7.054	4.726	1.786	
39	290	22,6	123,0	34,92	323,24				7.069		1.681	
40	290	22,8	124,7	35,92	336,42				7.096		1.636	
41	290	23,1	126,4	36,90	349,51				7.118		1.591	
42	290	23,4	128,0	37,85	362,50				7.133		1.546	
43	290	23,7	129,6	38,79	375,36				7.142		1.501	
44	290	23,9	131,1	39,71	388,09	290	39,71	388,09	7.146	13.264	10.039	
44	1.200		13.264	-3.225	RNA=	10.039	RNA=	7.146 €	10.666ms	(523.775)	
daTe	Nombre	H Moy	C Moy	G	Volume	Ne	Ge	Ve	RNA	RB	RN	N°
ans	(tiges)	(m)	(cm)	(m ²)	(m ³)	(tiges)	(m ²)	(m ²)	(€)	(€)	(€)	02
11	1.200	8,3	50,0	23,87	82,91				-1.532		-1.770	

Optimum peuplement:OPTIMFOR[C:\OptimFor\Test05yiCRPF1.FOR] ideal >> 7.143 *30

démarrer création Optimum pe... Optimum peuplement... FR 09:33

OPTIMFOR : la liste des meilleurs chemins

The screenshot displays the OPTIMFOR software interface. On the left is a sidebar menu with various options categorized into sections like ORGANISATION, PEUPELEMENT, EXCEPTIONS, and STATISTIQUES. The main window, titled 'Liste des OPTIMUMS[C:\OptimFor\Test05\iCRPF1.FOR] ideal', contains a table of 30 rows of data. Each row represents an optimal path, starting with an ID (001-030) and a numerical value, followed by 10 columns of values in square brackets. At the bottom of the window, there are several buttons: '1 sélection', 'Voir détails.....', 'GRAPHE sélections', 'EFFACER sélections', 'TOUT sélectionner', and 'sél=>Tab.ECL/SIN'.

ID	Value	Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9	Col 10
001	7.146,52	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[145]	44[290]			
002	7.146,49	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[140]	44[295]			
003	7.146,43	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[150]	44[285]			
004	7.146,33	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[135]	44[300]			
005	7.146,31	15[250]	21[160]	27[205]	33[175]	39[130]	44[280]			
006	7.146,24	15[250]	21[160]	27[205]	33[175]	39[125]	44[285]			
007	7.146,21	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[155]	44[280]			
008	7.146,18	15[250]	21[160]	27[205]	33[170]	39[125]	44[290]			
009	7.146,04	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[130]	44[305]			
010	7.145,90	15[250]	21[160]	27[205]	33[170]	39[120]	44[295]			
011	7.145,84	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[145]	44[305]			
012	7.145,80	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[150]	44[300]			
013	7.145,74	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[140]	44[310]			
014	7.145,64	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[125]	44[310]			
015	7.145,61	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[155]	44[295]			
016	7.145,52	15[250]	21[160]	27[205]	33[170]	39[115]	44[300]			
017	7.145,49	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[135]	44[315]			
018	7.145,15	15[250]	21[160]	27[195]	32[150]	37[155]	44[290]			
019	7.145,11	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[120]	44[315]			
020	7.145,09	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[130]	44[320]			
021	7.145,04	15[250]	21[160]	27[205]	33[170]	39[110]	44[305]			
022	7.144,67	15[250]	21[160]	27[195]	32[150]	37[160]	44[285]			
023	7.144,56	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[125]	44[325]			
024	7.144,45	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[115]	44[320]			
025	7.144,45	15[250]	21[160]	27[205]	33[170]	39[105]	44[310]			
026	7.144,04	15[250]	21[160]	27[195]	32[150]	37[165]	44[280]			
027	7.143,89	15[250]	21[160]	27[195]	32[145]	37[120]	44[330]			
028	7.143,76	15[250]	21[160]	27[205]	33[170]	39[100]	44[315]			
029	7.143,68	15[250]	21[160]	27[195]	32[160]	38[110]	44[325]			
030	7.143,19	15[250]	21[155]	26[170]	31[150]	36[160]	44[315]			

2 – les ruptures de séquences

➤ Ruptures de séquences décidées par le propriétaire :

- Éclaircies anticipées ou retardées
- Intensités préconisées non respectées



Estimation de la perte pour le sylviculteur

➤ Ruptures de séquences subies par le propriétaire :

- sinistre (tempête, incendie...) intervenant sur le peuplement;
- Les bois sont vendus avec une décote
- Calcul de l'itinéraire de rattrapage optimal (minimisant la perte pour le sylviculteur)



Estimation de la perte pour le sylviculteur

OPTIMFOR : une tempête à 35 ans !!!

TABLEAU ECLAIRCIES-SINISTRES s[C:\OptimFor\Test05\iCRPF1.FOR] ideal

	AGE	Nb TIGES	DECOTE	MOTIF
N° Ecl 01 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	15	250	0.0	
N° Ecl 02 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	21	160	0.0	
N° Ecl 03 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	27	195	0.0	
N° Ecl 04 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	32	160	0.0	
N° Ecl 05 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	35	200	60.0	
N° Ecl 06 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	0	0	0.0	
N° Ecl 07 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	0	0	0.0	
N° Ecl 08 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	0	0	0.0	
N° Ecl 09 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	0	0	0.0	
N° Ecl 10 ?? Age ?? Tiges ?? Décote(% PV) :	0	0	0.0	

Ok Annul Aide ? total<=1.200 965

3 - La vulnérabilité du peuplement

- Mise en évidence de périodes dans la vie du peuplement où la vulnérabilité est accentuée

pendant lesquelles :

la perte minimale est maximale

- avant la date optimale de la coupe
rase (avant l'éclaircie de 38 ans)

- après la date optimale de la coupe
rase (cumul d'un manque à gagner et d'une perte)

Exemple d'itinéraire sylvicole optimum obtenu avec OPTIMFOR

- A 11 ans : 1200 tiges
- Eclaircies
 - 15 ans : 250 tiges
 - 21 ans : 160 tiges
 - 27 ans : 195 tiges
 - 32 ans : 160 tiges
 - 38 ans : 145 tiges
- Coupe rase à 44 ans réalisant 290 tiges

Valeur de la fonction objectif :

RNA = 7146 €

Exemples d'itinéraires de rattrapage

Dégâts à	19 ans	23 ans	29 ans	35 ans	40 ans
37,5 % des tiges Décote 60%	CR : 44 ans 5950 € 16,7 %	CR : 44 ans 5909 € 17,3 %	CR : 44 ans 5978 € 16,3 %	CR : 37 ans 5983 € 16,3 %	CR : 45 ans 6350 € 11,12 %
17,5 % des tiges Décote 60%	CR : 44 ans 6708 € 6,12 %	CR : 44 ans 6658 € 6,02 %	CR : 44 ans 6656 € 6,2 %	CR : 43 ans 6690 € 6,4 %	CR : 45 ans 6786 € 5,3 %
7,5 % des tiges Décote 60%	CR : 44 ans 6965 € 2,5 %	CR : 44 ans 6937 € 2,9 %	CR : 44 ans 6938 € 2,9 %	CR : 44 ans 6948 € 2,8 %	CR : 44 ans 6997 € 2,1 %

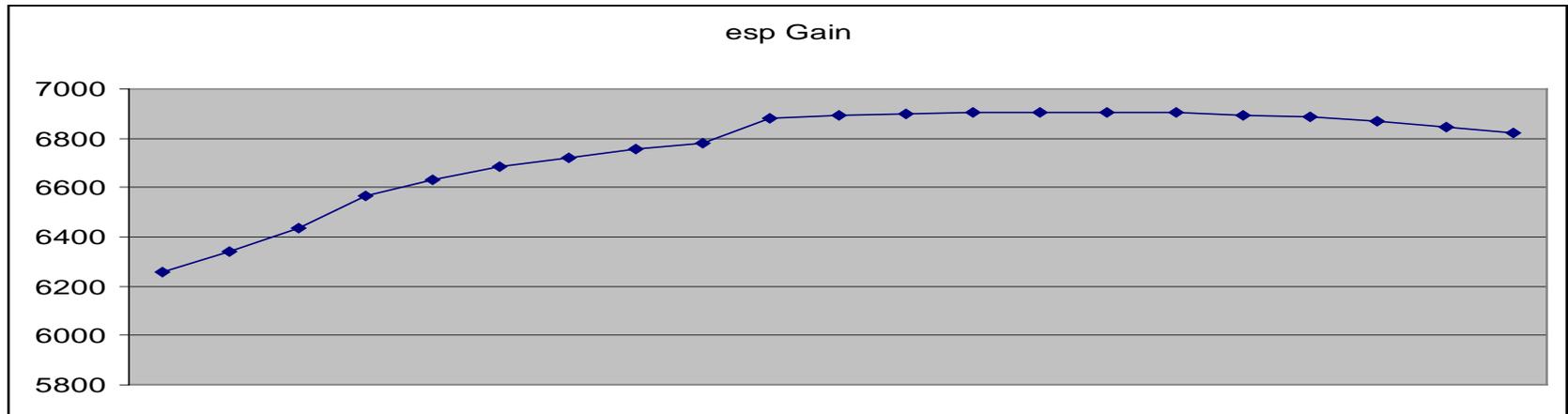
Pour des sinistres intervenant après la date optimale de la coupe rase (décote 60% si non saturation du marché)

Dégâts à	45 ans	48 ans	50 ans	52 ans
37,5 % des tiges	6330 € 7,2 %	6288 € 12 %	6243 € 12,63 %	6187 € 13,42 %
17,5 % des tiges	6774 € 5,2 %	6729 € 5,8 %	6679 € 6,53 %	6617 € 7,4 %
7,5 % des tiges	6981 € 2,3 %	6934 € 2,96 %	6883 € 3,68 %	6817 € 4,6 %

4 - stratégie de minimisation du risque tempête

- Consultation de **Forest Gales**
 - Un risque important de ruine avec des vents de 100 – 110 km/h
 - une espérance de gain quasi constante entre 39 ans et 44 ans

⇒ ????????



En conclusion...

- **OPTIMFOR ne demande qu'à vivre...**
 - introduction de nouvelles contraintes (sur les éclaircies...)
 - d'autres critères sont déjà évoqués : **le stockage du carbone...**

