



MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT



Etude sur l'estimation et l'accessibilité de la ressource forestière en région Auvergne

*Assemblée des utilisateurs CRAIG
2 décembre 2014*

*DRAAF Auvergne
Clotilde MEYRONNEINC
Nicolas VENY*

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr





Objectif national : Mobiliser plus de bois

- Suppose une meilleure connaissance de sa localisation et de son accessibilité (en Auvergne : connaissance hétérogène et non exhaustive sur la desserte à l'échelle d'un massif)
- Cibler l'action publique (baisse des subventions) dans les années à venir en matière de desserte et d'animation de la propriété
- Choix du système d'exploitabilité le plus approprié au terrain et au peuplement (contraintes environnementales, planification de l'exploitation d'un massif)



agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr



Contexte

Depuis 2011 → PPMBA* en partenariat avec l'ADEME et le FCBA**

Février 2013 → présentation à la DRAAF et DDT 63 des modèles de cartographie de l'exploitabilité des forêts de montagne développés par l'IRSTEA de Grenoble dans le cadre du programme européen NEWFOR – *modèle tracteur et câble*

Mars – Juin 2013 → Réflexion à partir de l'ensembles des données disponibles en Auvergne et une volonté de valoriser les données du CRAIG comme LIDAR (Cantal et Haute-Loire)

Juillet 2013 → Présentation du projet et des perspectives aux acteurs

Septembre – décembre 2013 → Montage du projet et analyse des données disponibles avec test sur une commune (Chastel - 43), demande de financement puis signature de la convention :

ADEME 50 % - IRSTEA 38 % - DRAAF 12 %

83 750 € sur 18 mois



agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr

*PPMBA : *Projet Pilote de Mobilisation des Bois en Auvergne*

** FCBA : *Institut technologique Forêt Cellulose Bois-Construction Ameublement*





Contenu de l'étude

1. Estimation de la ressource forestière à partir du LIDAR et comparaison avec les données des PDM*
2. Cartographie automatique de l'exploitabilité des forêts : modèles tracteur, porteur et câble.

*Plans de Développement de Massif



agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr



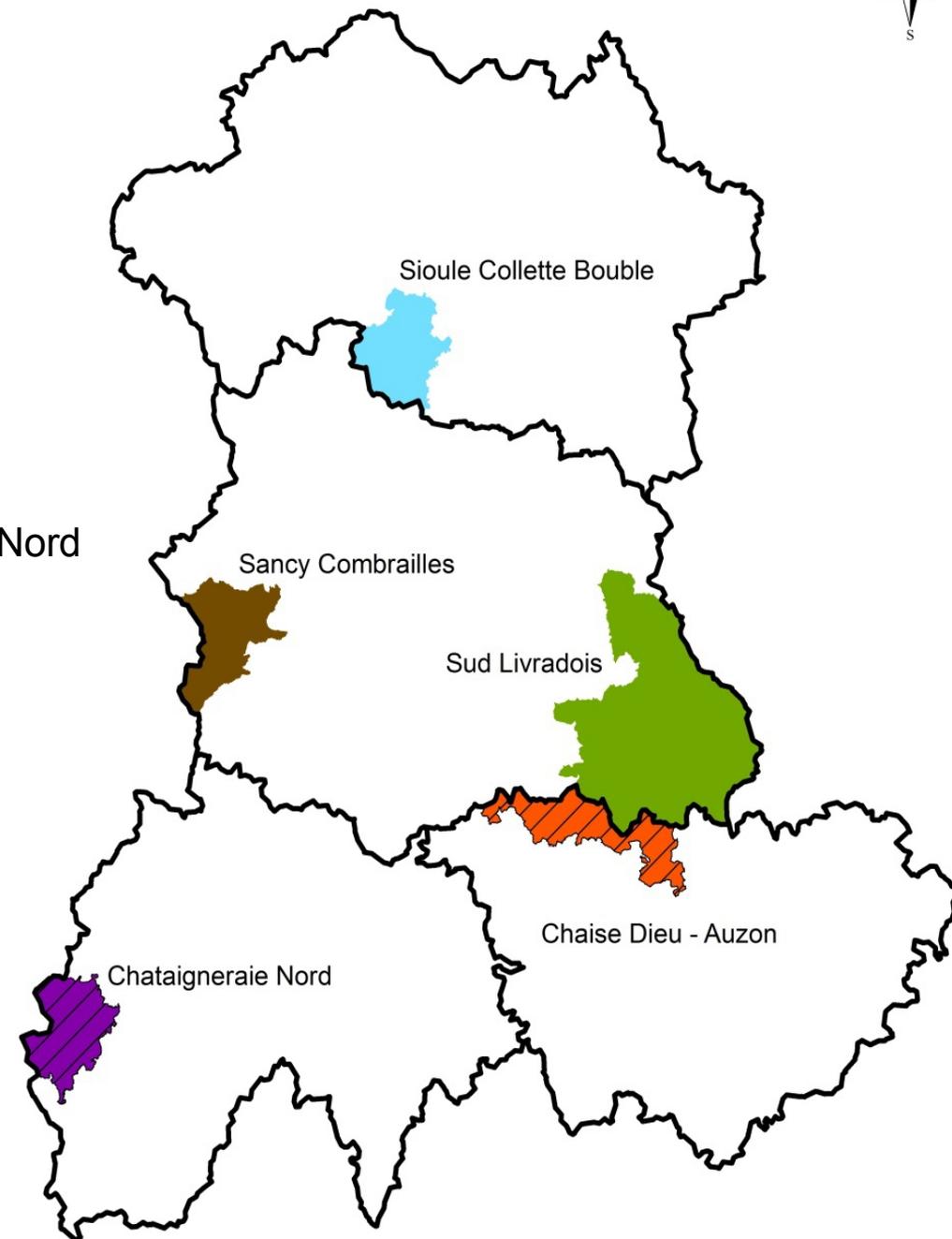
Zone d'étude

**Etude complète (Lidar + Sylvaccess +
démonstration d'utilisation des résultats):**
Chaise-Dieu – Auzon

Modèle Lidar + Sylvaccess : Chataigneraie Nord

Modèle Sylvaccess seul :
Sud-Livradois
Sancy Combrailles
Sioule Collette Boule

Zones d'études modifiées



0 25 50 km

 Etude Ressource Lidar

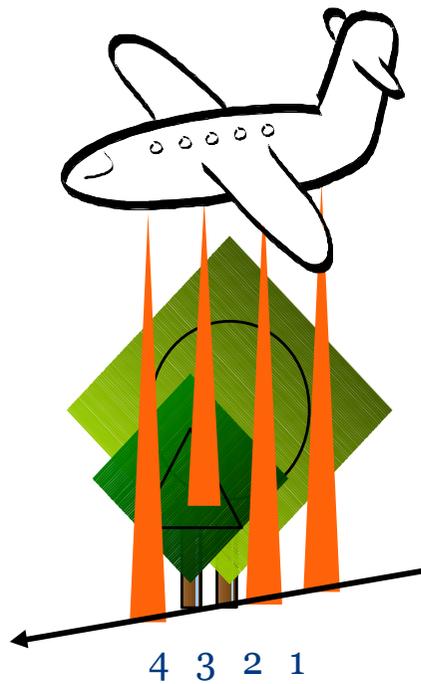


1. Estimation de la ressource

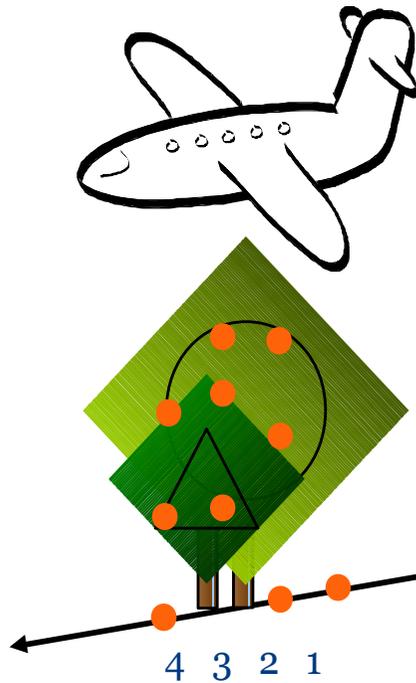
Modélisation statistique à partir de télédétection lidar aéroporté

- Donnée lidar mise à disposition par le Craig (année de vol : 2010)
- Relevé de terrain pour calibration par Irstea

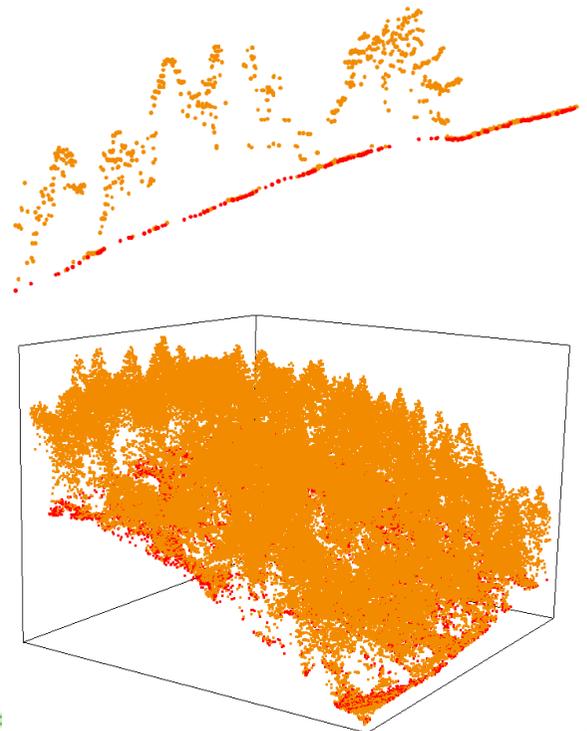
Émission de flashes laser vers le sol



Distance aux objets calculés par le temps de retour

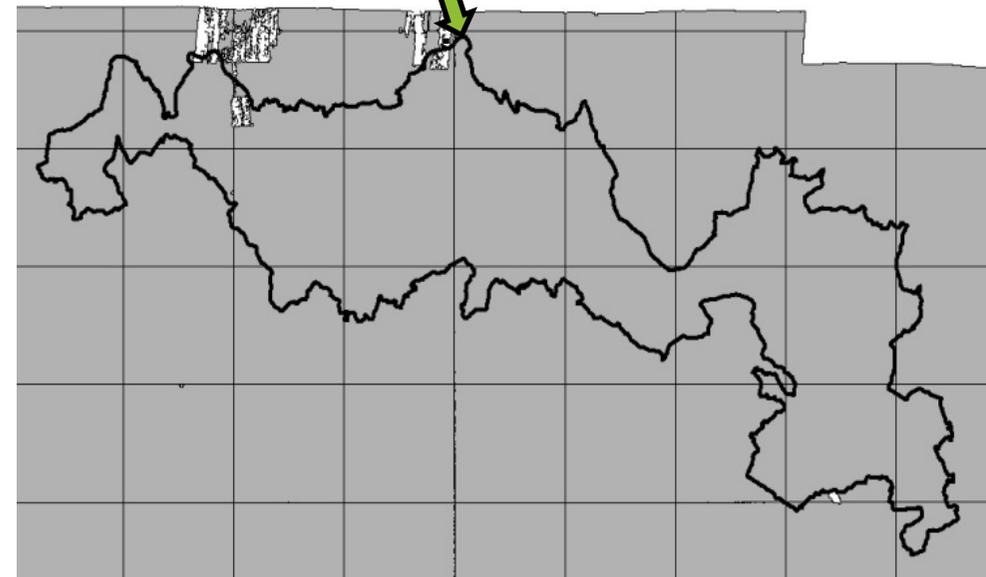
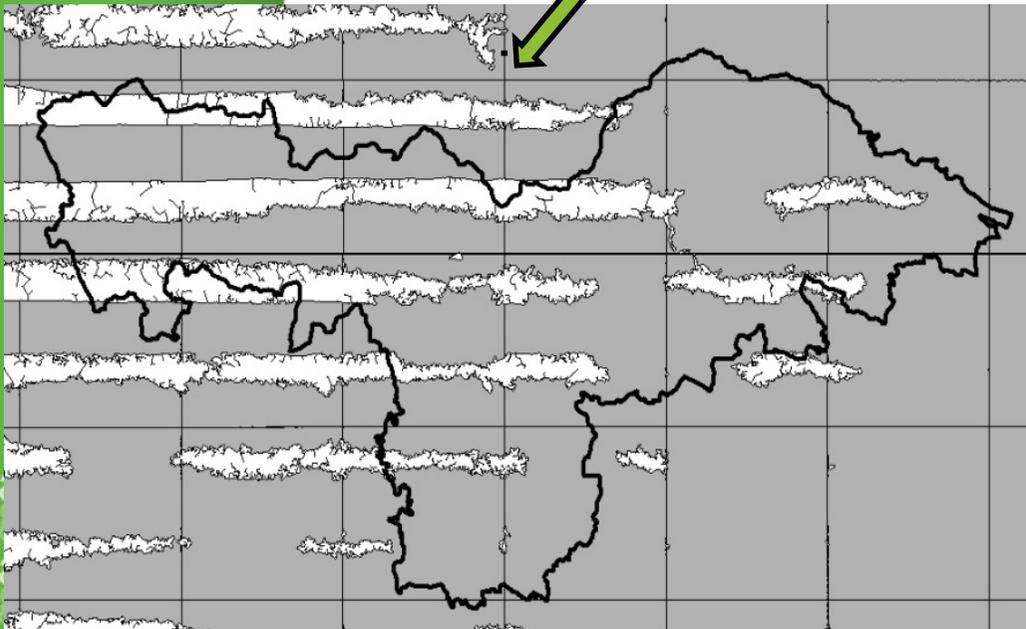
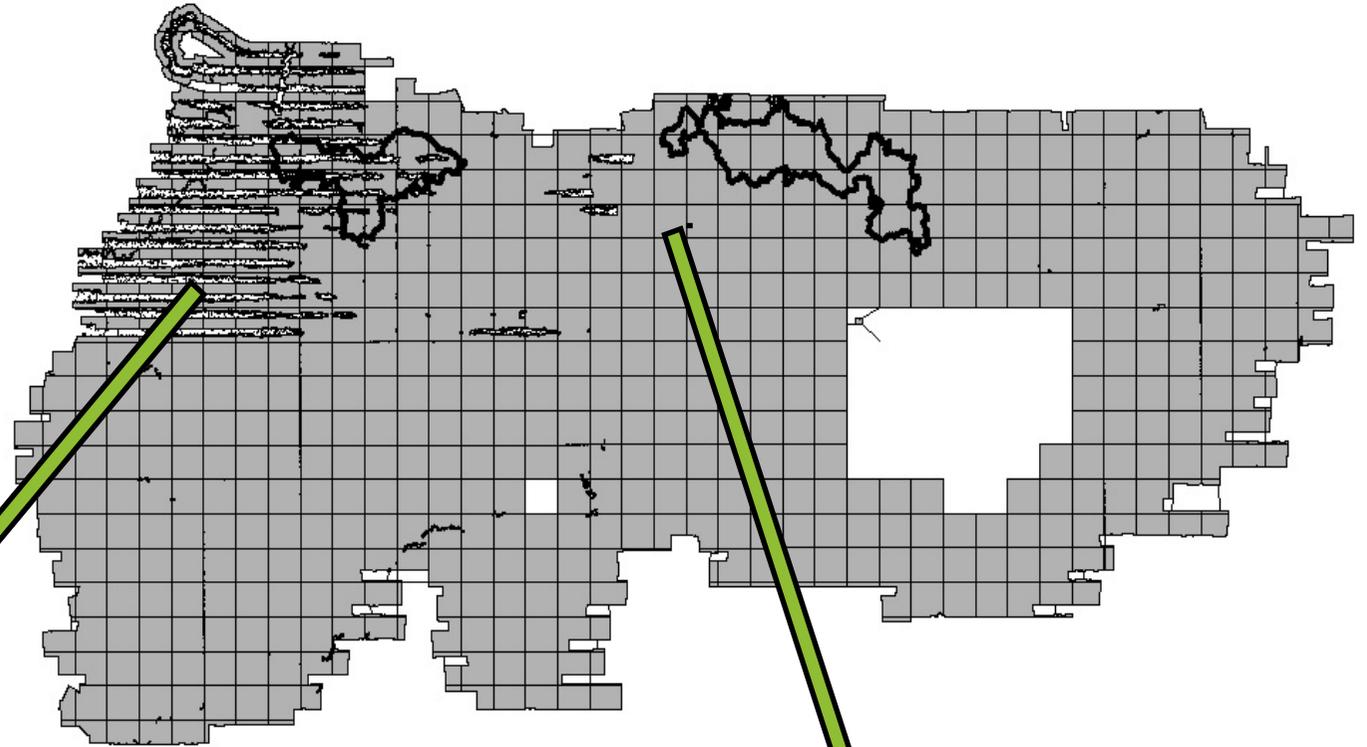


La donnée brute : représentation des éléments de la surface terrestre sous forme d'un nuage de points

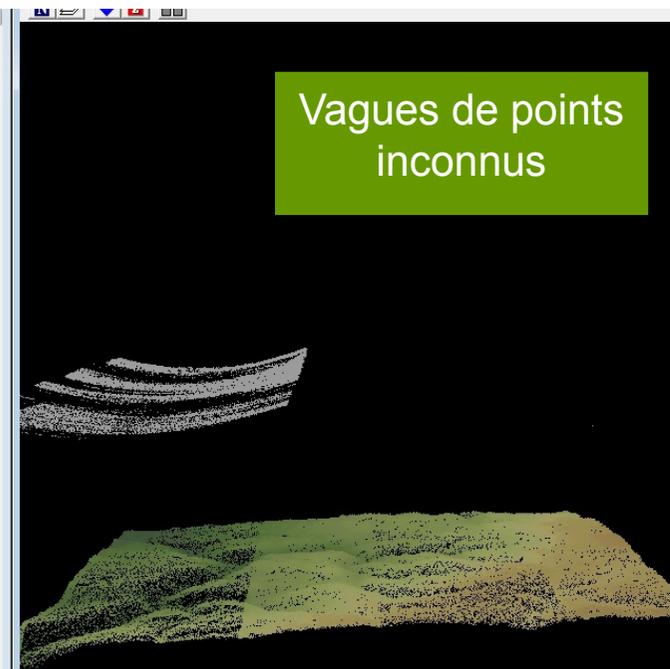
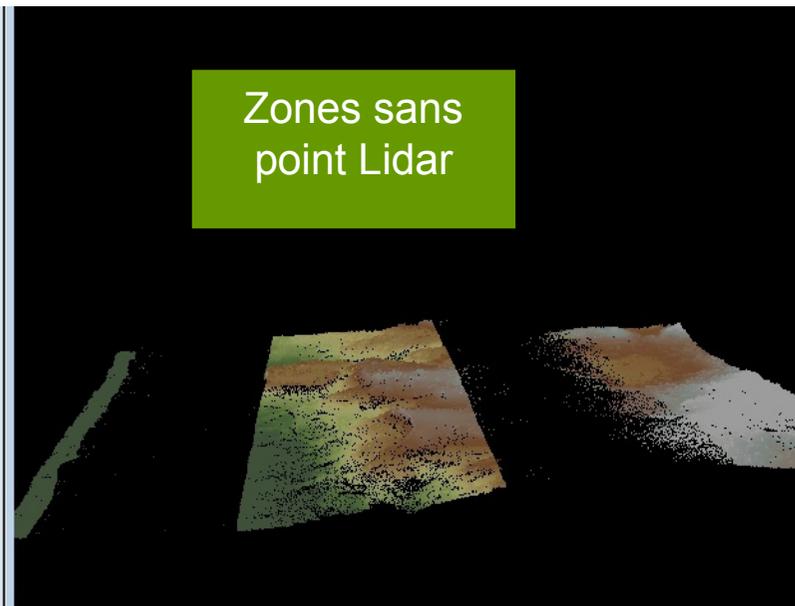
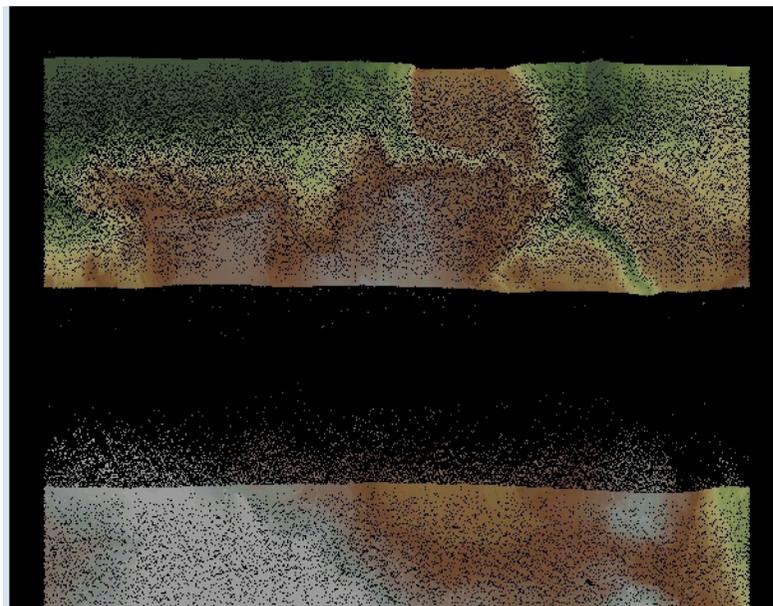


1.1 Acquisition/récupération des données

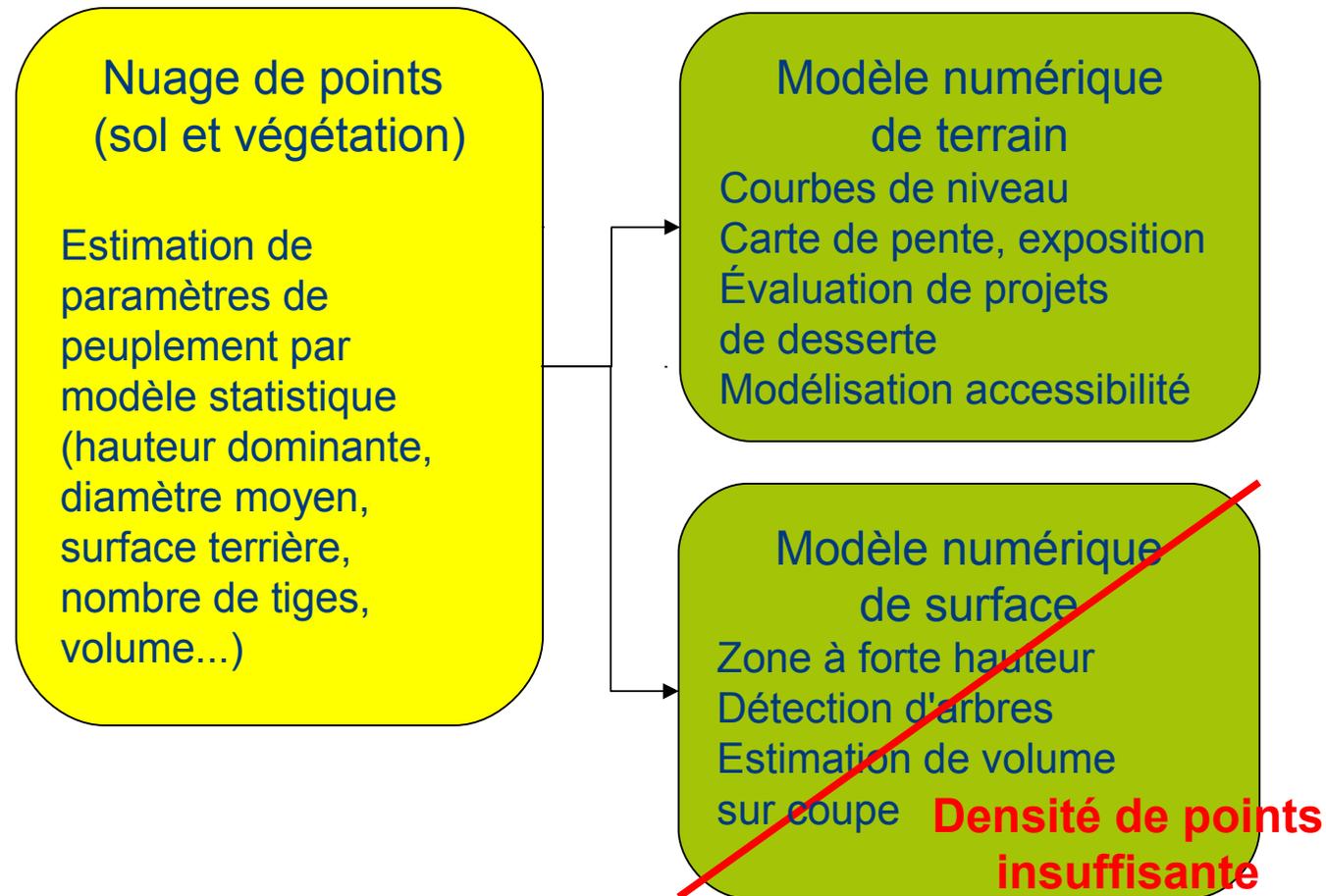
Zones sans
point Lidar

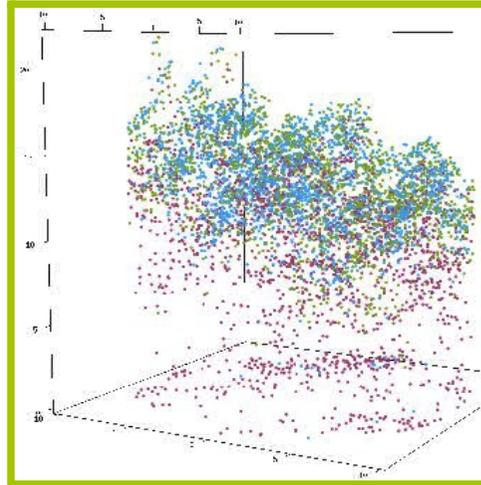


Bugs couche Lidar générale

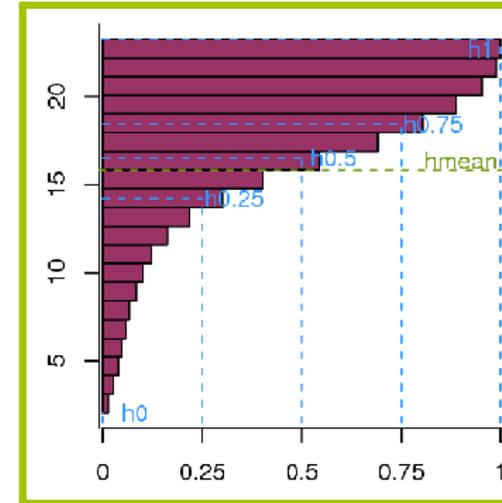
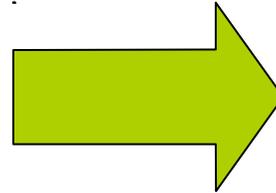


1.2 Exploitation des données / principe

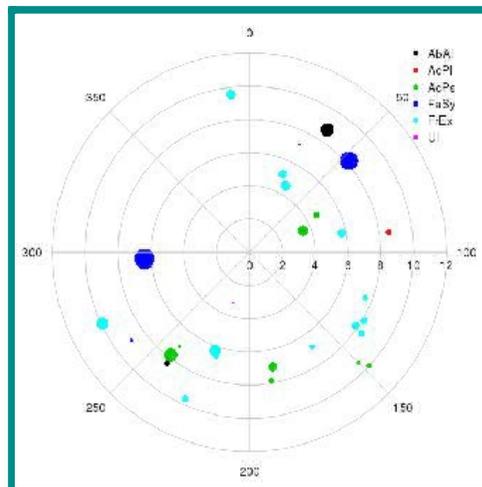




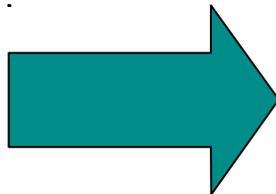
Nuage
de points



Indices
Statistiques
« Métriques »



Relevé
forestier



Paramètres forestiers

Surface terrière

Volume

Densité de tiges

Diamètre moyen

Hauteur dominante

Quelles
relations ?

- Extraction des métriques lidar sur l'emprise des relevés de terrain
- Calibration / validation de relations avec les paramètres forestiers
- Cartographie





MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

1.3 Comparaison Chaise Dieu / Châtaigneraie Nord

La Chaise-Dieu (Avril 2014)

- 68 placettes, 1628 arbres, 410 mesures de hauteur
- Essence majoritaires : sapin (27% des tiges), épicéa (18%), pin sylvestre (18%), douglas (15%), chêne (12%)

Châtaigneraie Nord (Juillet 2014)

- 63 placettes, 1090 arbres, 342 mesures de hauteur
- Essence majoritaires : chêne (39% des tiges), hêtre (16%), douglas (16%), épicéa (12%), bouleau (7%)

Remarques

- Modifications possibles depuis 2010 (chablis, éclaircies)
- Beaucoup de situations de bordure (peuplement, chemin/route)

ADEME

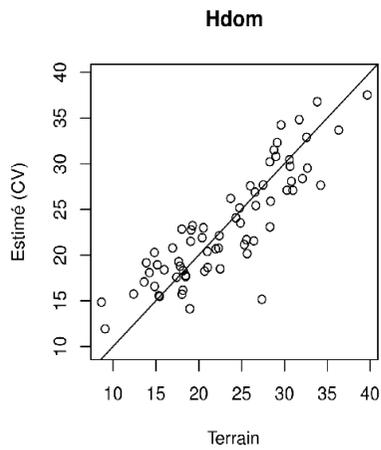


Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

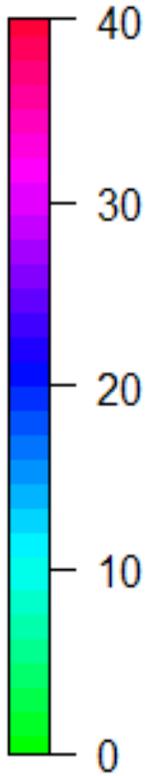
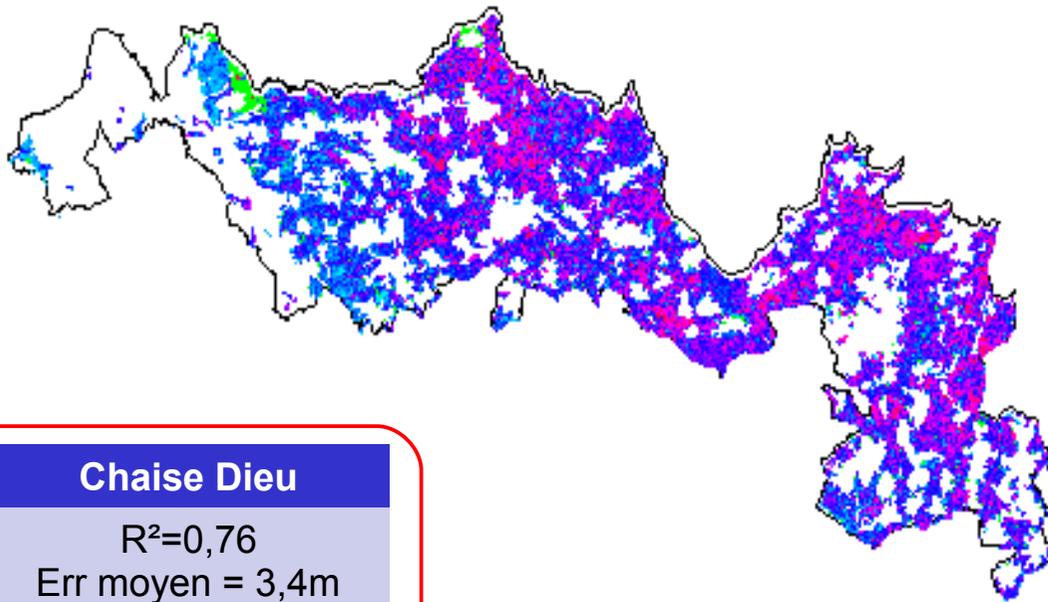
irstea

agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr





Chaise-Dieu

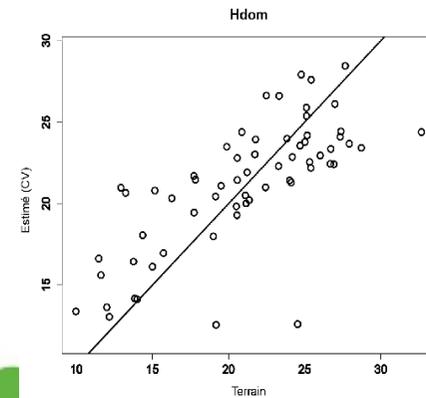
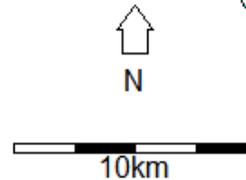
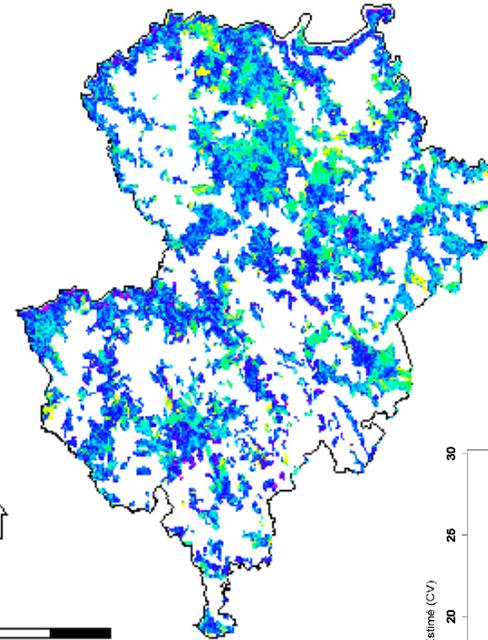


Châtaigneraie Nord

Chaise Dieu

Hauteur dominante	$R^2=0,72$ Err moyen = 2,7m 13%	$R^2=0,76$ Err moyen = 3,4m 15%
Diamètre moyen	$R^2=0,47$ Err moyen = 5,1cm 14%	$R^2=0,64$ Err moyen = 4,3m 14%
Surface terrière	$R^2=0,64$ Err moyen = 6,4m ² /ha 40%	$R^2=0,68$ Err moyen = 8,8m ² /ha 34%
Volume valgan	$R^2=0,66$ Err moyen = 66m ³ /ha 44%	$R^2=0,72$ Err moyen = 91m ³ /ha 33%
Densité de tiges	$R^2=0,43$ Err moyen = 115/ha 47%	$R^2=0,43$ Err moyen = 140/ha 42%

Châtaigneraie Nord



1.4 Bilan : précisions des modèles

Erreur à l'échelle « pixel » conformes à ce que l'on peut attendre

- Densité de points lidar (-), mais (---) si topographie accidentée
- Décalage temporel entre relevés aérien et terrain (-)
- Sauf hauteur, précision meilleure sur la zone Chaise-Dieu, probablement car plus homogène.

Erreur à l'échelle agrégée (parcelle)

- Tend vers zéro quand taille augmente en théorie mais problème échantillonnage décalé temporellement

1.5 Travail en cours

- Croisement de l'information volume sur pied avec les informations PDM
- Croisement avec la partie accessibilité



2. Cartographie de l'exploitabilité

Sylvacces

- Synthèse des données SIG à intégrer aux différents modèles : PAT, PDM, Scan25, Orthophoto, Infrarouge, BDtopo, Bdforêt, couches d'obstacles (captages, zones humides, cours d'eau, plan d'eau, lignes électriques...)
- Mise à jour de la desserte (peu de différences entre la BD TOPO et la desserte des PAT) + ajout à partir de l'infrarouge couleur, l'orthophoto et le MNT ombragé LIDAR disponible par le CRAIG
- Paramétrages des modèles en fonction des pratiques et des connaissances des acteurs locaux (réunion technique DRAAF / DDT en particulier)
- Développement du modèle porteur



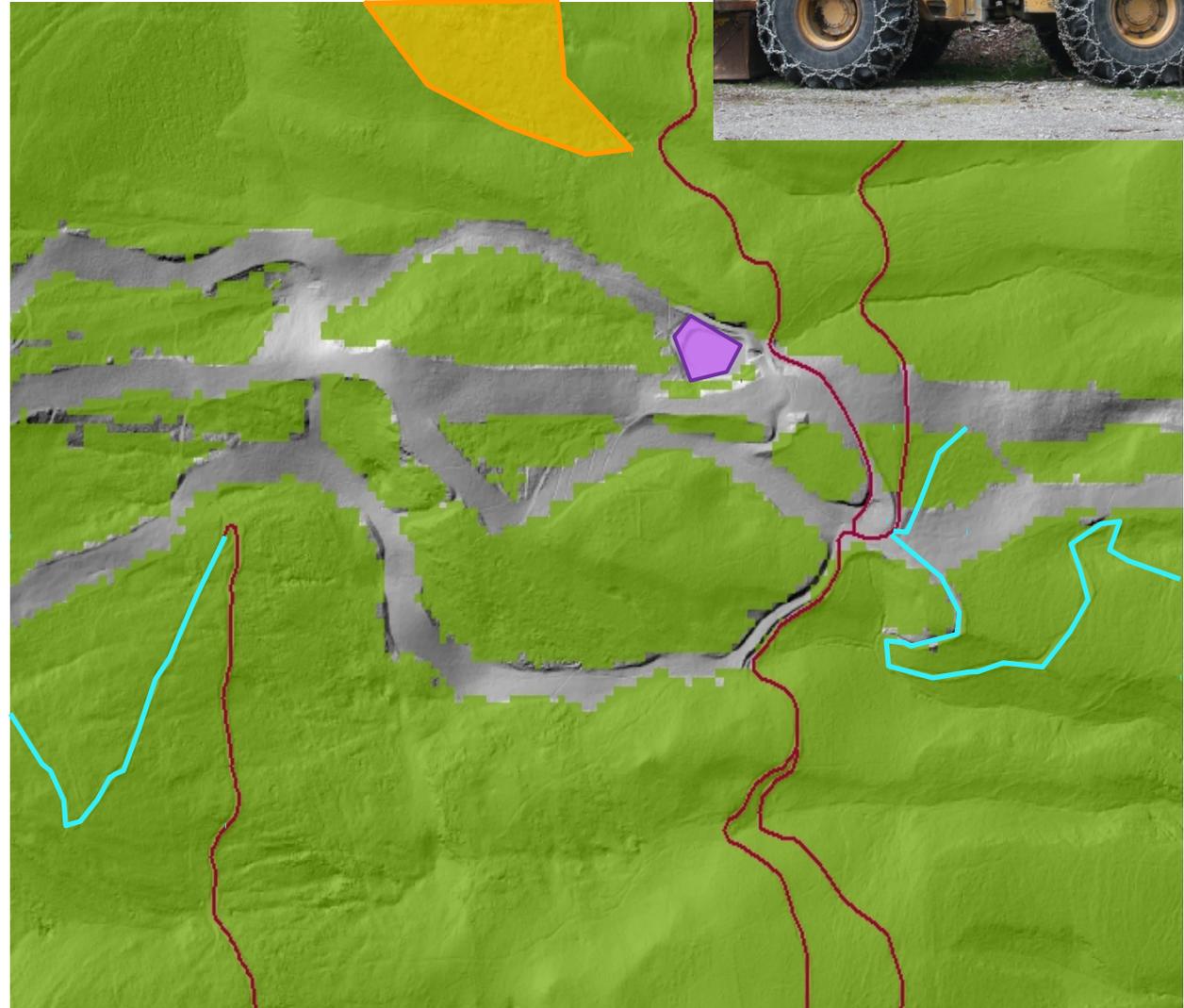
2.1 Sylvaccess Skidder

Données spatiales en entrées



OBLIGATOIRES

- MNT (raster)
- **Routes forestières (vecteur)**
- **Piste (vecteur)**
- **Forêts (vecteur)**



FACULTATIVES

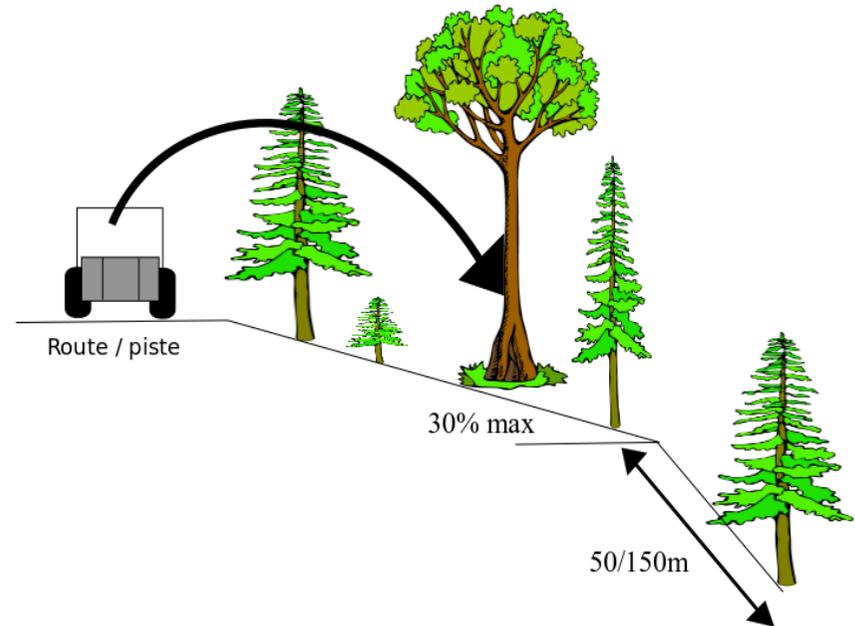
- **Obstacles complets (vecteur):** Cours d'eau, habitations, falaises, axes de circulation...
- **Obstacles partiels (vecteur):** zones humides, lapiaz...



Paramètres (modèle Skidder)

■ Si pente du terrain $\leq 30\%$

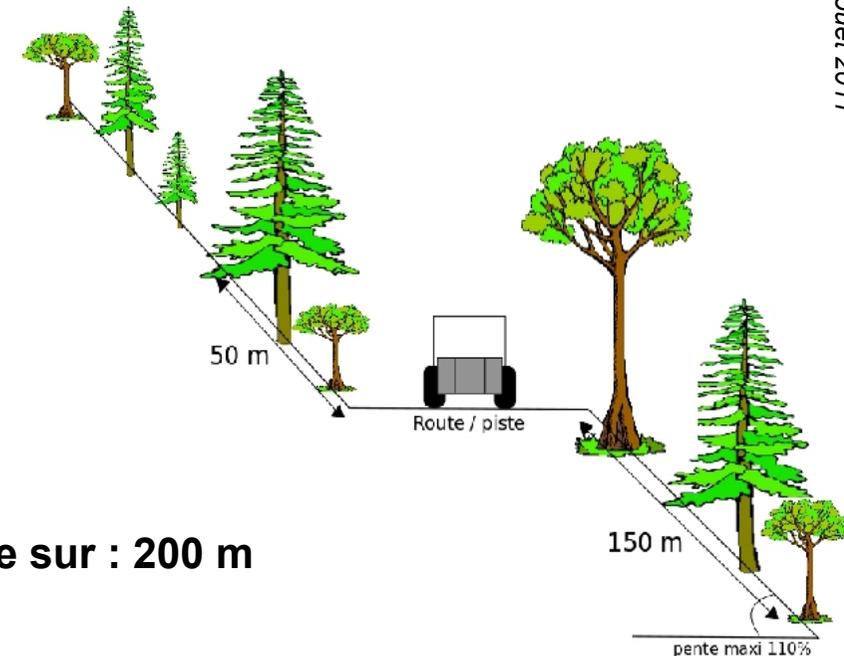
- “Libre” circulation du skidder mais prise en compte des obstacles
- Treuillage en périphérie



■ Si pente du terrain $> 30\%$

Treuillage des bois depuis route ou piste forestière avec une limite de :

- 50 m amont
- 150 m aval

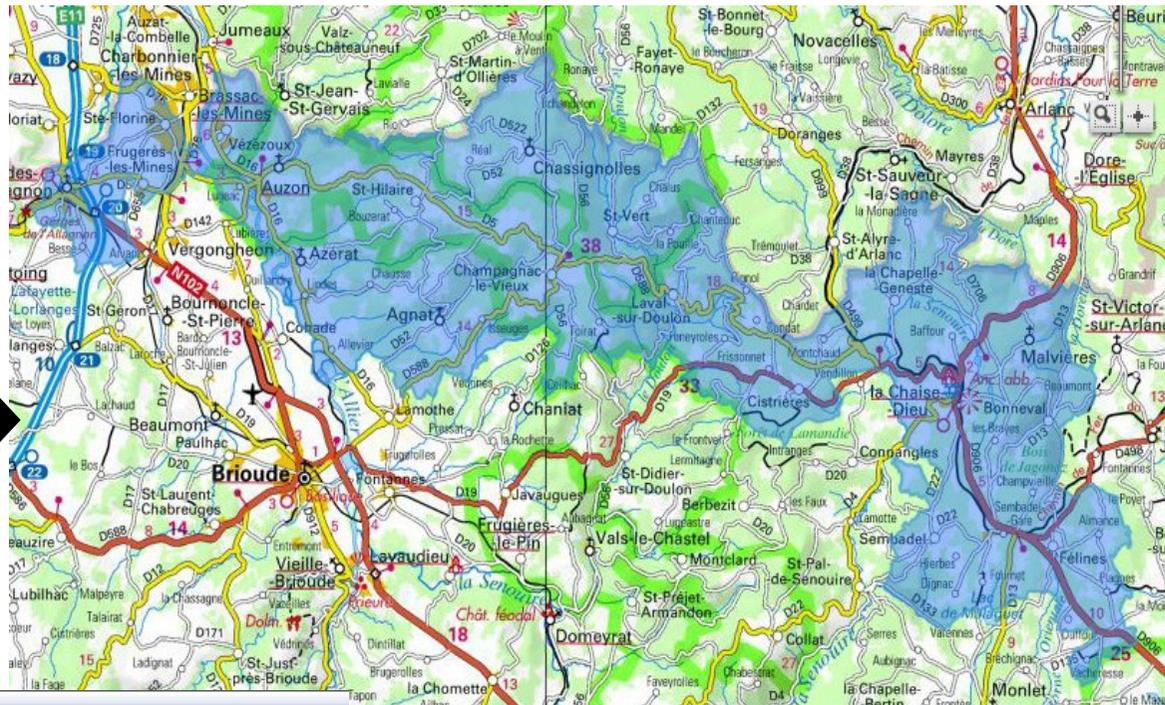
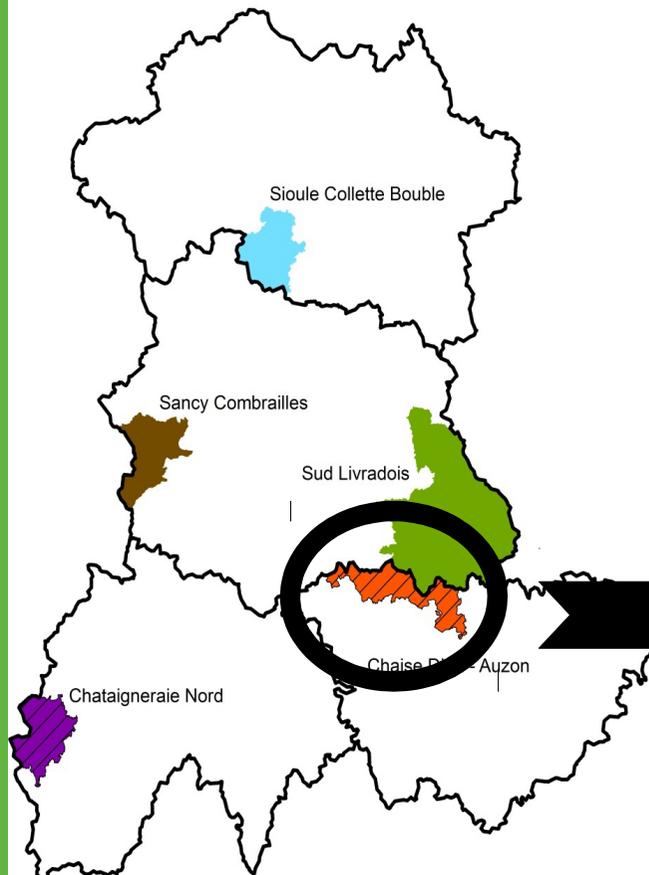


■ Circulation hors forêt ET hors desserte possible sur : 200 m



Résultats (modèle Skidder)

Zone de la Chaise-Dieu



Fichier Edition Format Affichage ?

Sylvaccess : CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DES ZONES ACCESSIBLES PAR TRACTEUR FORESTIER

Version du programme : 2.1 du 04/11/2014

Resolution : 5.0 m

Date et heure de lancement du script: 21/11/2014 14:21:38
 Date et heure a la fin de l'exécution du script: 21/11/2014 14:48:44
 Temps total d'exécution du script: 27min 5s

PARAMETRES UTILISES POUR LA MODELISATION:

- Distance maximale de debusquage en amont de la desserte : 50 m
- Distance maximale de debusquage en aval de la desserte : 150 m
- Pente au-delà de laquelle le debusquage amont = distance max : 75 %
- Pente au-delà de laquelle le debusquage aval = distance max : 20 %

- Distance maximale parcourable hors forêt et hors desserte : 200 m
- Pente maximale pour parcourir le terrain en skidder : 30 %
- Pente maximale pour l'abattage manuel des arbres : 110 %

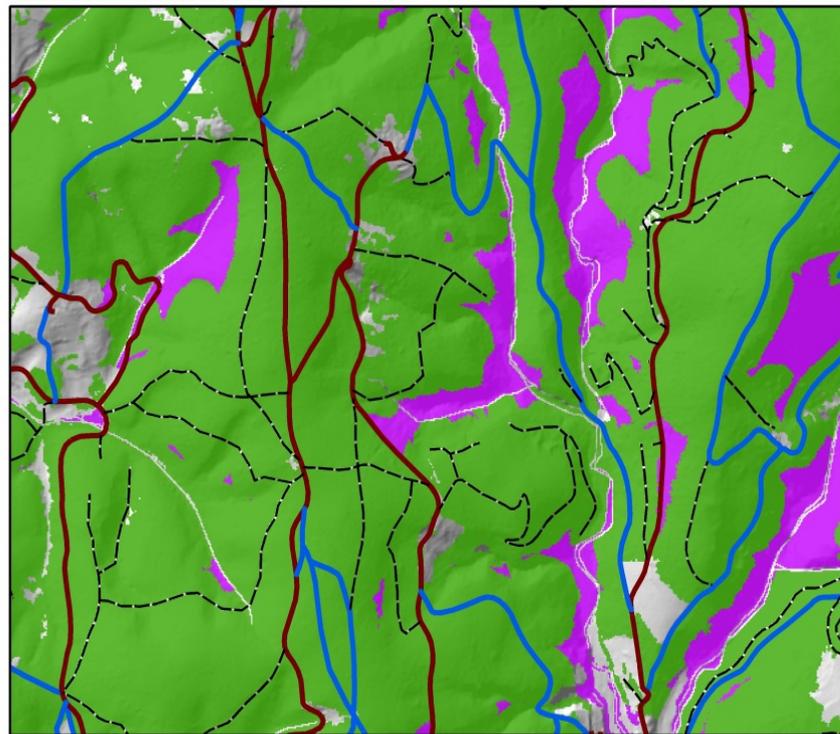
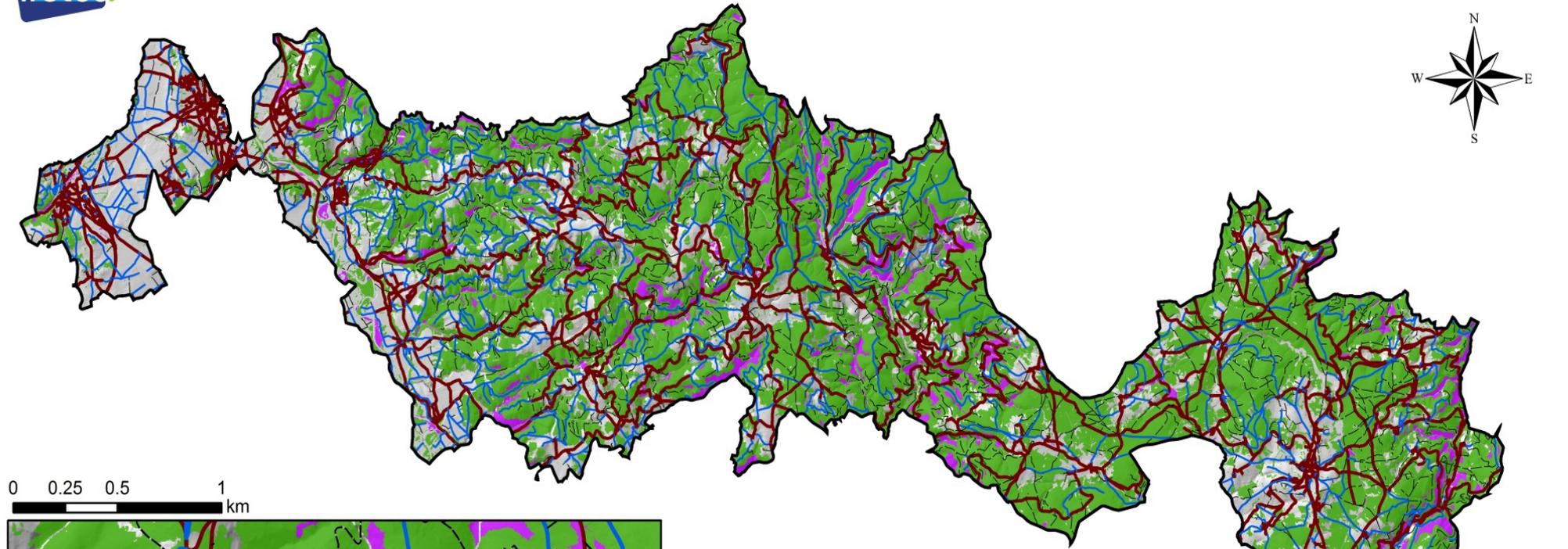
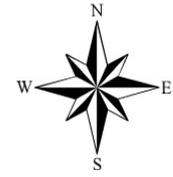
- Option de simulation :
 - * Limiter l'impact sur les sols : forcer le skidder a proceder autant que possible depuis le reseau de desserte forestiere
 - * Prise en compte de zones totalement interdites a l'exploitation par skidder
 - * Prise en compte de zones ou le trainage des bois est interdit

Distance totale de débardage	Surface (ha)	Par classe	Cumulée
0 - 250 m	11927 ha	57 %	57 %
250 - 500 m	5304 ha	25 %	82 %
500 - 1000 m	1427 ha	7 %	89 %
1000 - 1500 m	57 ha	0 %	90 %
1500 - 2000 m	4 ha	0 %	90 %
> 2000 m	0 ha	0 %	90 %

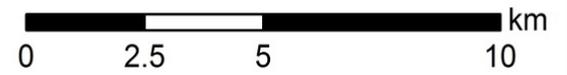
Total forêt accessible	18719 ha	90 %
Total forêt inaccessible	2189 ha	10 %
dont non bûcheronnage	11 ha	0 %

Superficie totale de la forêt	20908 ha
-------------------------------	----------

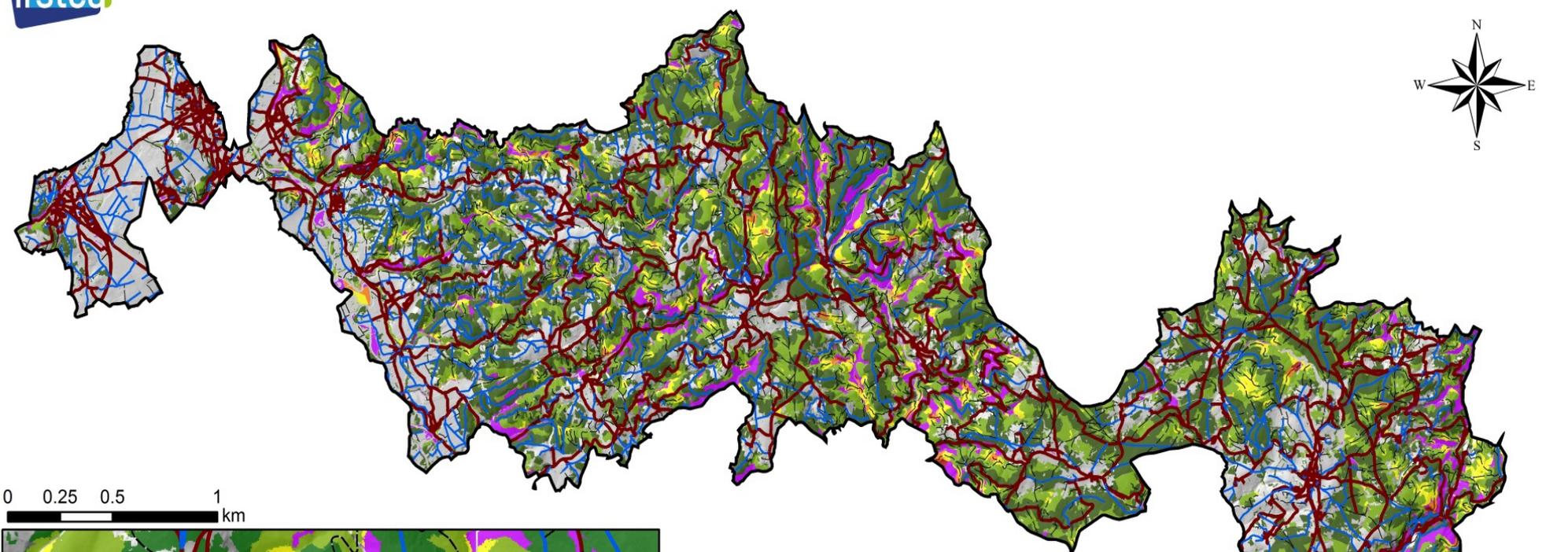
Sylvaccess - Skidder - Zone accessible



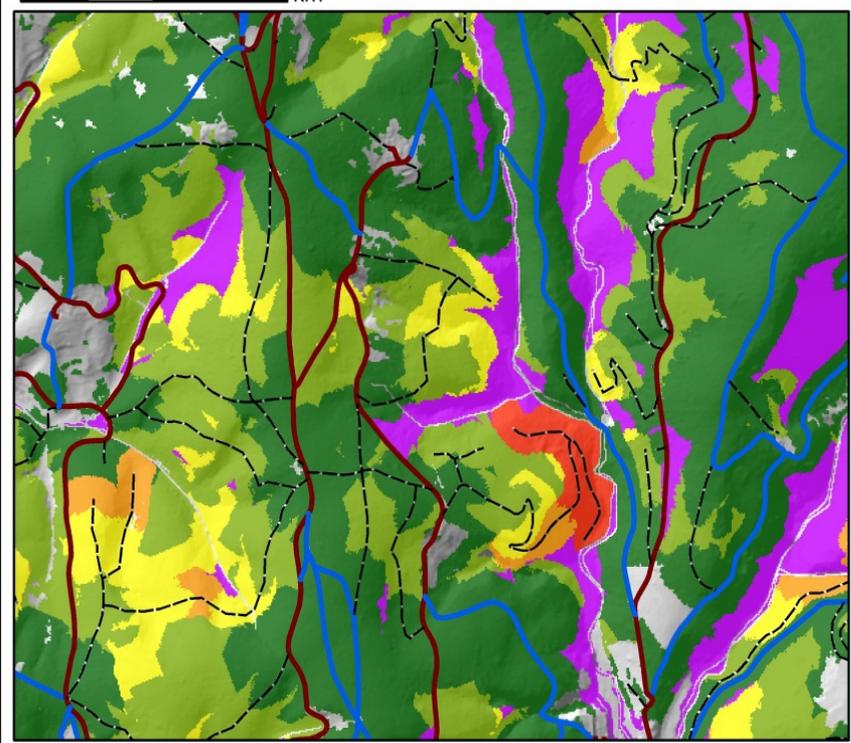
-  Piste forestière
-  Route forestière
-  Réseau public
-  Forêts accessibles (18 700 ha)
-  Forêts inaccessibles (2 200 ha)



Sylvaccess - Skidder - Zone accessible



0 0.25 0.5 1 km



Distance totale de débardage

-  < 250 m
-  250 - 500 m
-  500 - 750 m
-  750 - 1 000 m
-  > 1 000 m
-  Forêts inaccessibles (2 200 ha)

0 2.5 5 10 km



2.2 Sylvaccess Porteur

Données spatiales en entrées

MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

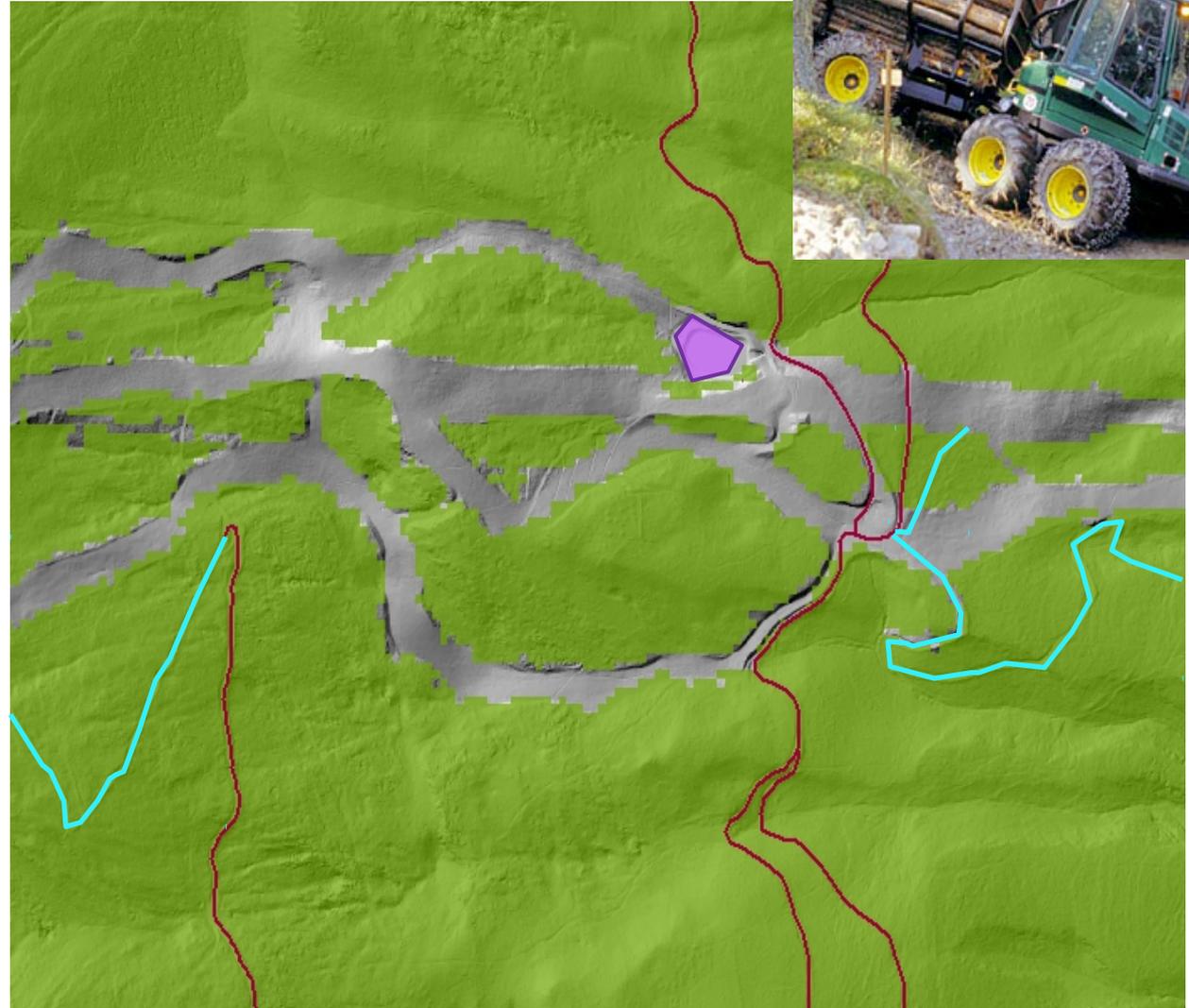


OBLIGATOIRES

- MNT (raster)
- **Routes forestières (vecteur)**
- **Piste (vecteur)**
- **Forêts (vecteur)**

FACULTATIVES

- **Obstacles complets (vecteur):** Cours d'eau, habitations, falaises, axes de circulation...



ADEME



Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

irstea

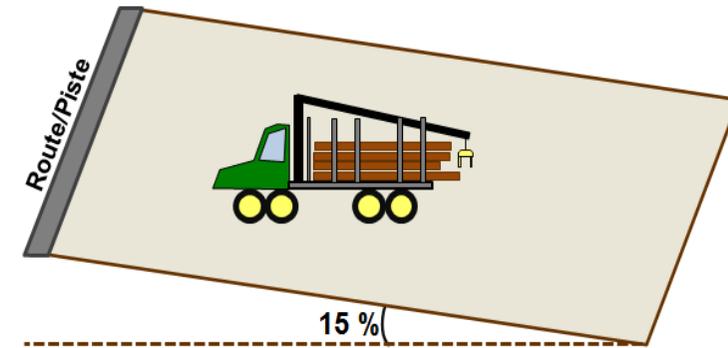
agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr



Paramètres (modèle Porteur)

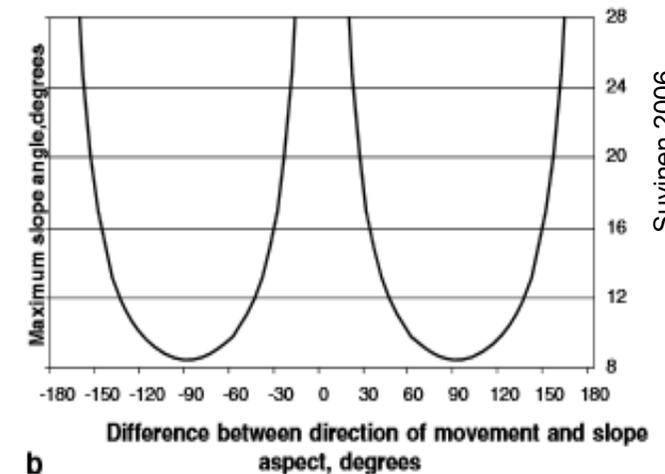
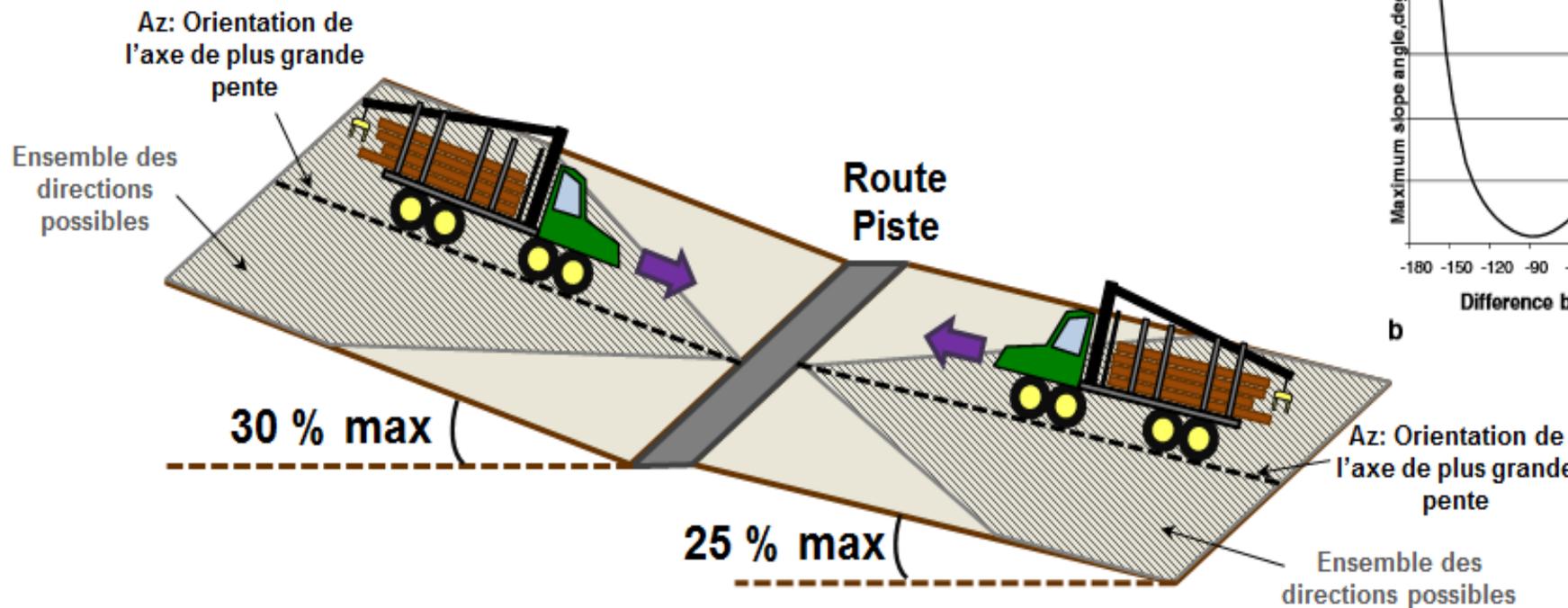
- Si pente du terrain $\leq 15\%$

“Libre” circulation du porteur hors obstacles



- Si pente du terrain $> 15\%$

- Portage des bois jusqu'à 30% de pente maximum en descendant les bois
- Portage des bois jusqu'à 25% de pente maximum en remontant les bois
- Directions de débardage possibles définies par un cône qui permet de respecter la pente en travers maximale (15%)
- Portage ≤ 300 m





MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
DE L'AGROALIMENTAIRE
ET DE LA FORÊT

Résultats (modèle Porteur)

Zone de la Chaise6Dieu

Sylvaccess : CARTOGRAPHIE AUTOMATIQUE DES ZONES ACCESSIBLES PAR PORTEUR FORESTIER

Version du programme : 2.1 du 03/11/2014

Resolution : 5.0 m

Date et heure de lancement du script: 21/11/2014 14:48:44
Date et heure a la fin de l'execution du script: 21/11/2014 15:0:21
Temps total d'execution du script: 11min 36s

PARAMETRES UTILISES POUR LA MODELISATION:

- Pente en travers maximale : 15 %
- Pente maximale en remontant les bois : 25 %
- Pente maximale en descendant les bois : 30 %
- Portee de la grue: 8.0 m
- Distance maximale quand pente > pente en travers max : 300 m
- Distance maximale parcourable hors foret et hors desserte : 200 m
- Pente maximale pour l'abattage manuel des arbres : 110 %

Distance totale de débardage	Surface (ha)	Par classe	Cumulée
0 - 250 m	9232 ha	44 %	44 %
250 - 500 m	2797 ha	13 %	58 %
500 - 1000 m	503 ha	2 %	60 %
1000 - 1500 m	24 ha	0 %	60 %
1500 - 2000 m	1 ha	0 %	60 %
> 2000 m	0 ha	0 %	60 %

Total foret accessible	12557 ha	60 %
Total foret inaccessible	8351 ha	40 %
dont non bûcheronnage	11 ha	0 %

Superficie totale de la foret	20908 ha
-------------------------------	----------

ADEME



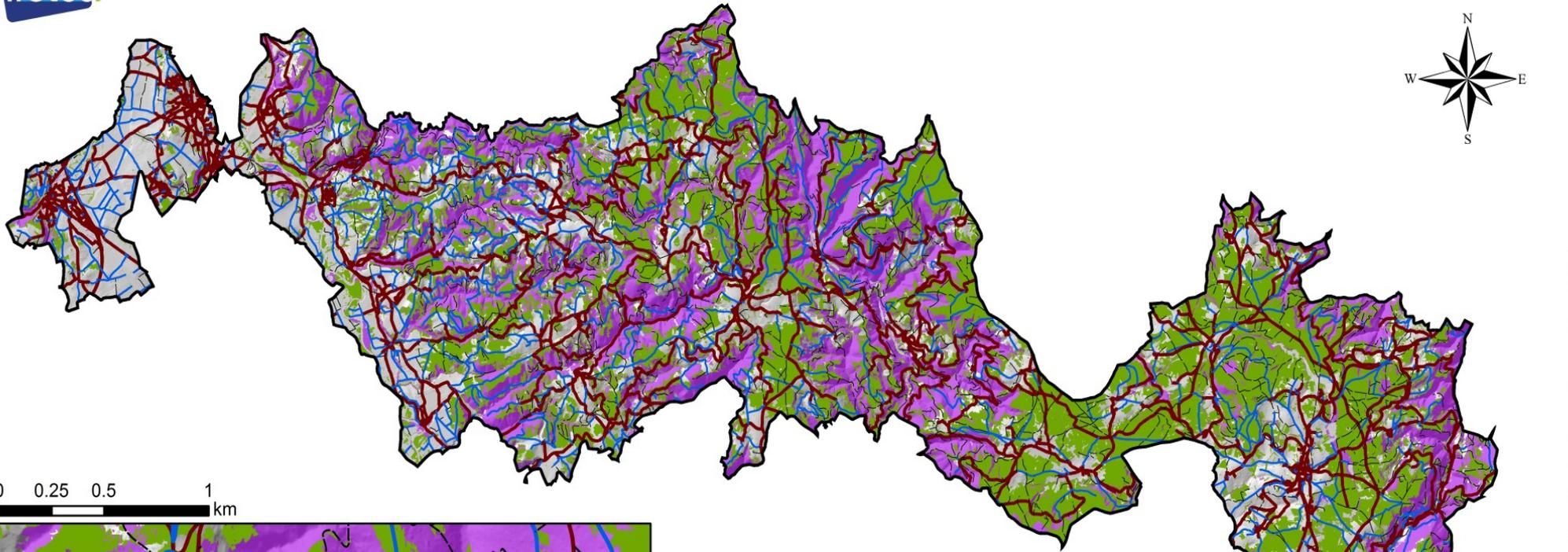
Agence de l'Environnement
et de la Maîtrise de l'Énergie

irstea

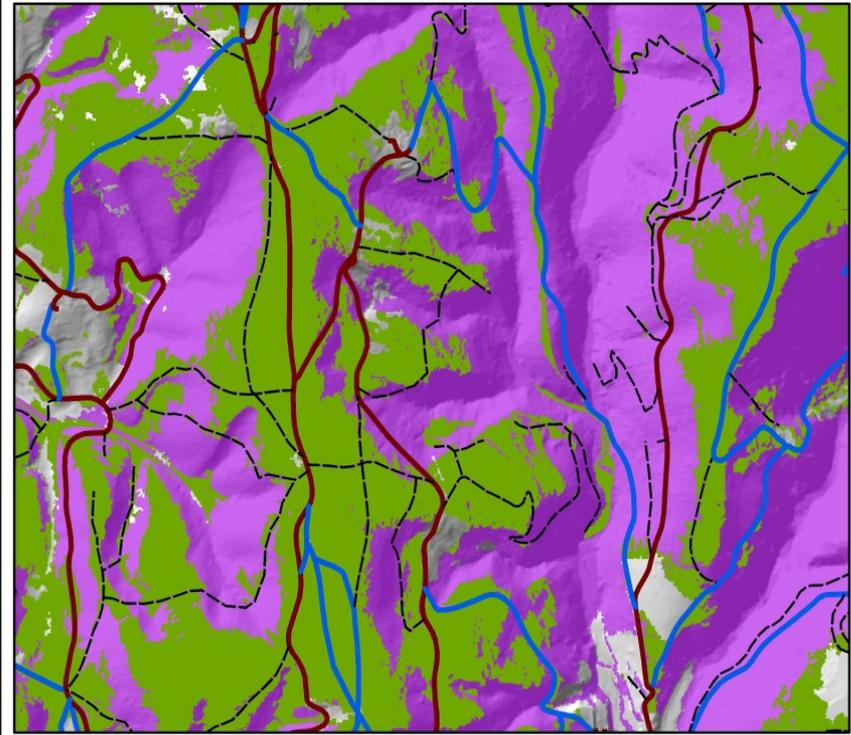
agriculture
.gouv.fr
alimentation
.gouv.fr



Sylvaccess - Porteur - Zone accessible



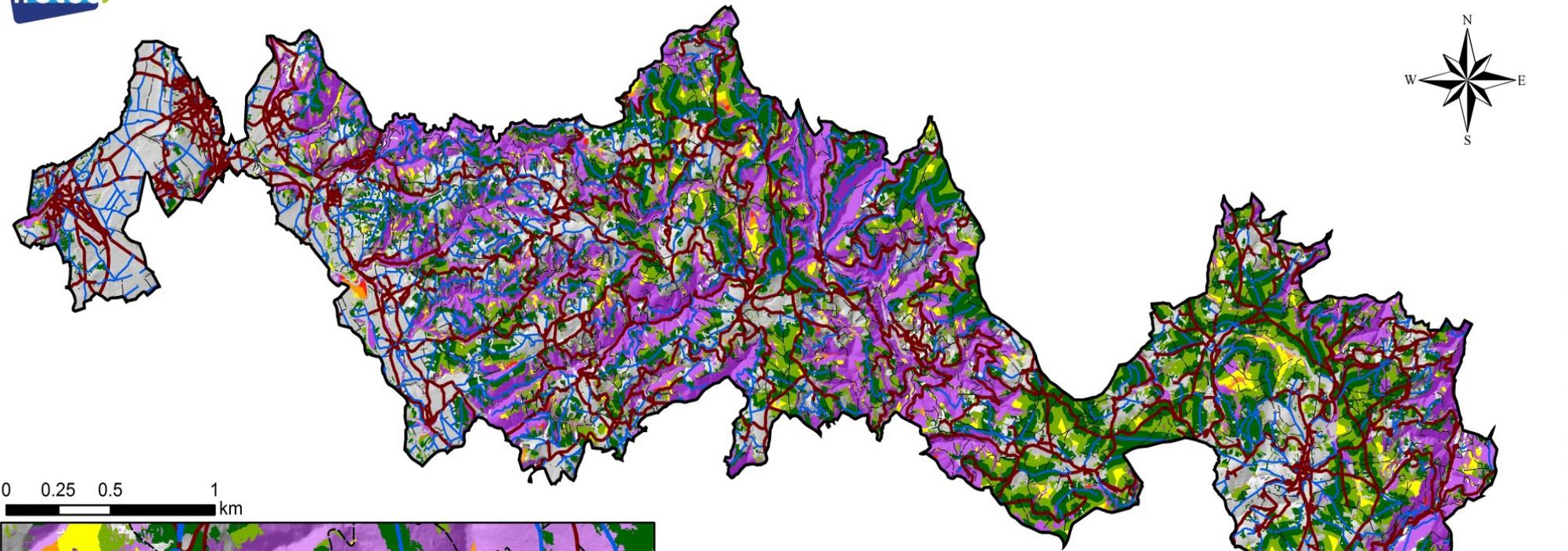
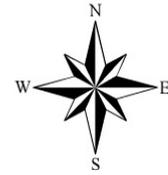
0 0.25 0.5 1 km



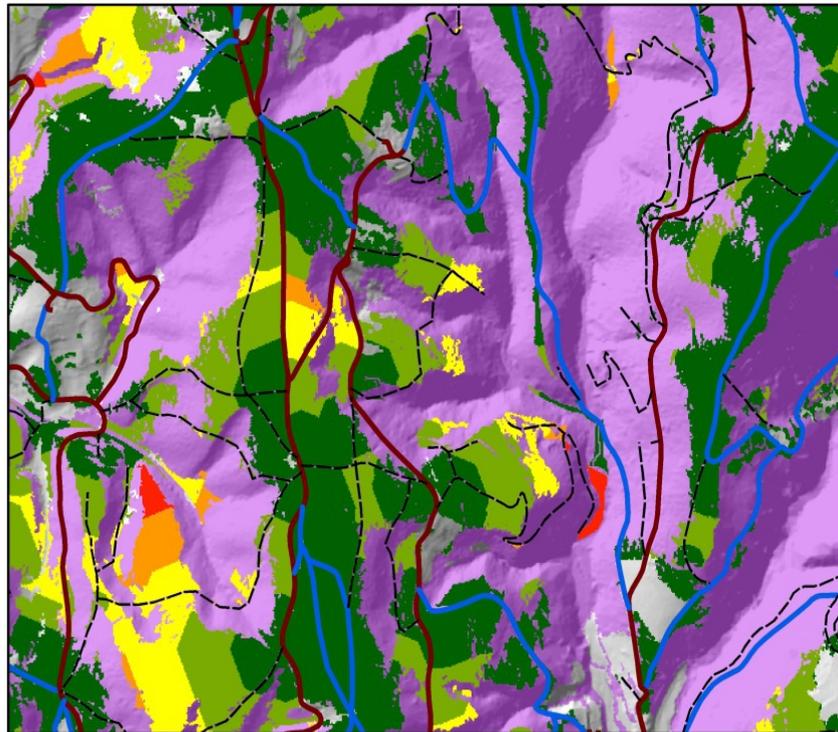
-  Piste forestière
-  Route forestière
-  Réseau public
-  Forêts accessibles (12 550 ha)
-  Forêts inaccessibles (8 350 ha)

0 2.5 5 10 km

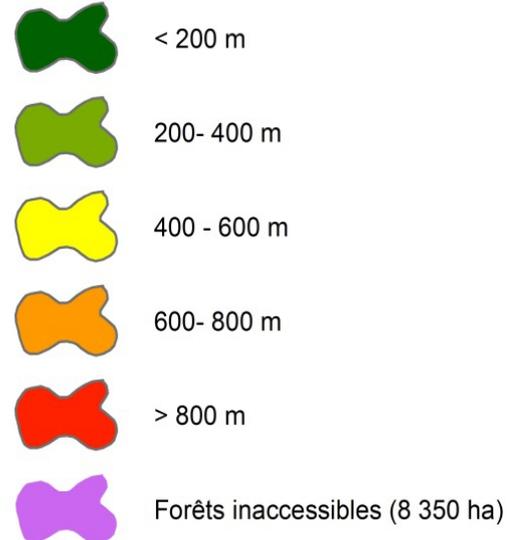
Sylvaccess - Porteur - Distance totale de débardage



0 0.25 0.5 1 km



Distance totale de débardage



0 2.5 5 10 km

2.3 Sylvaccess Câble

Données spatiales en entrées



OBLIGATOIRES

- MNT (raster)
- **Routes forestières (vecteur)**
- **Forêts (vecteur)**

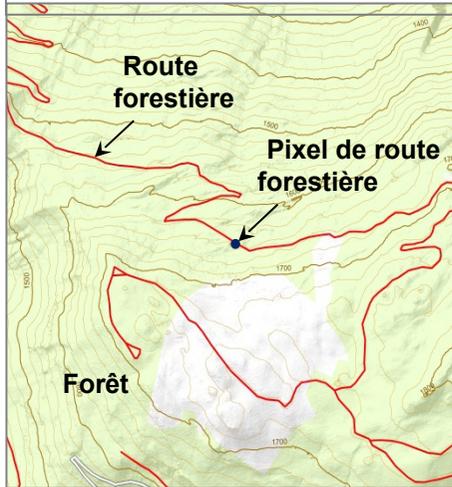
FACULTATIVE

- **Obstacles (vecteur):**
(Lignes électriques, habitations, falaises, axes de circulation...)
- Volume prélevable
- Volume arbre moyen

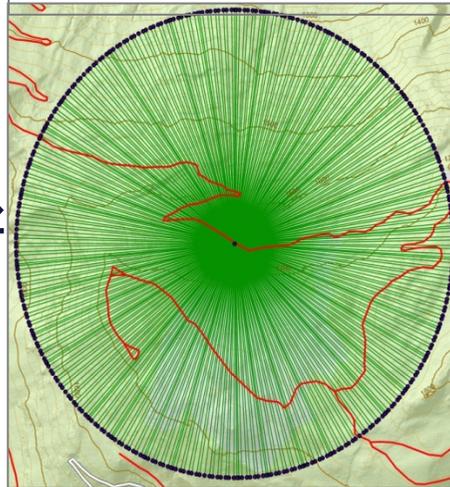


Fonctionnement du modèle câble

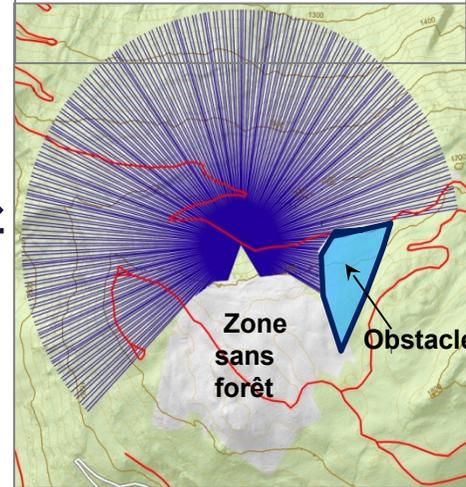
1. Sélection du pixel de route à analyser



2. Création de toutes les lignes possibles autour de ce pixel



3. Seules les lignes qui ne croisent aucun obstacle sont gardées

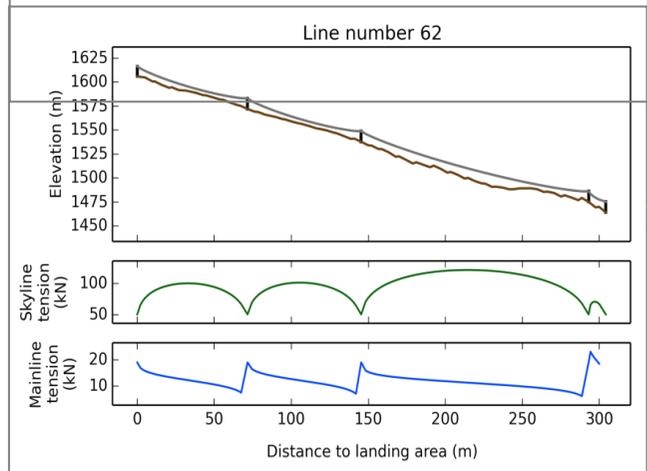


Test de faisabilité de chacune des lignes restantes

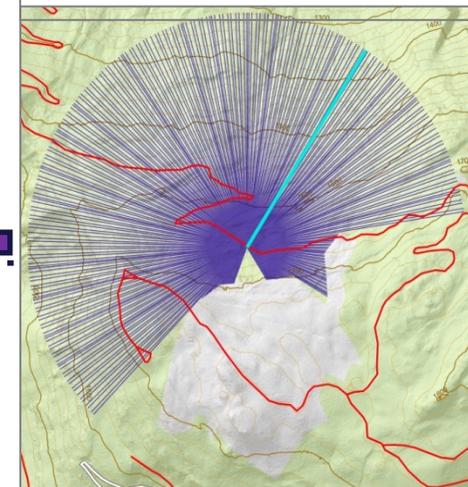
7. Sauvegarde du résultats dans une base de données

ID_pixel	Azimuth	xmin_emprise	xmax_emprise	ymin_emprise	yma
2476	2	414	432	408	
734	152	356	385	225	
1470	306	434	470	297	
1602	298	418	460	305	
896	294	330	371	231	
2078	158	420	445	385	
2664	66	444	485	453	
162	234	372	409	161	
1346	220	447	480	299	
2422	138	553	586	437	
1264	102	452	504	289	
2438	76	410	457	430	
114	218	353	387	141	
1184	156	372	397	279	
2374	320	541	584	403	
988	230	336	369	248	
1532	14	566	591	284	
594	140	369	399	209	
1604	228	422	462	318	
576	140	335	370	207	
2264	50	340	378	400	
146	134	385	421	158	
1252	230	387	424	289	
1156	144	359	389	273	
1408	144	470	498	305	
2314	292	518	558	420	
1644	230	437	479	323	

6. Optimisation de la ligne: respect des tensions limites, placement automatiques des pylônes



5. Exemple pour la ligne d'azimut 30°



Passage au pixel suivant





Résultats (modèle Câble) brut

Zone de la Chaise-Dieu

1. Tableau contenant les informations sur toutes les lignes physiquement possibles

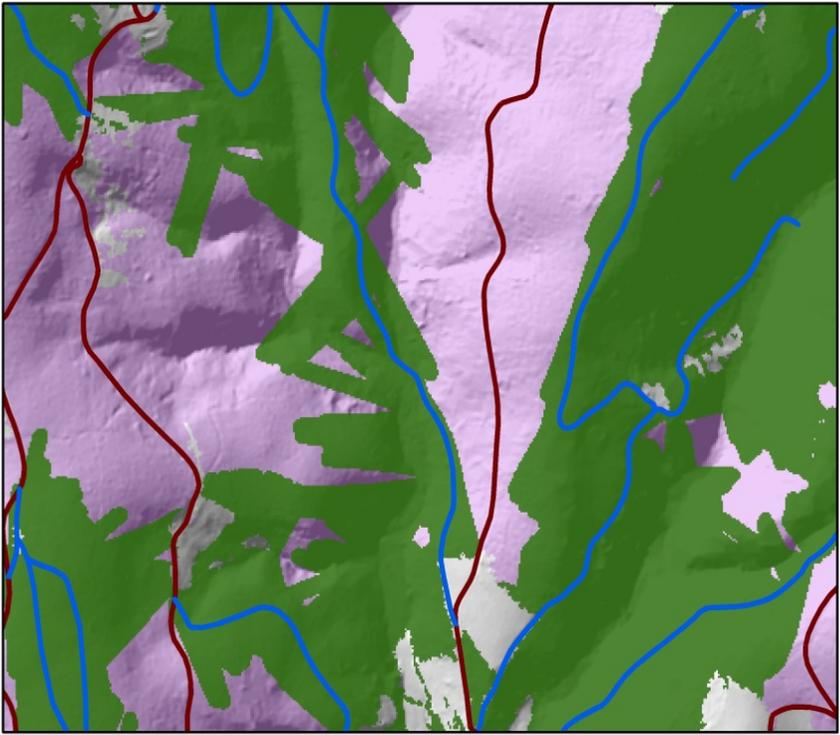
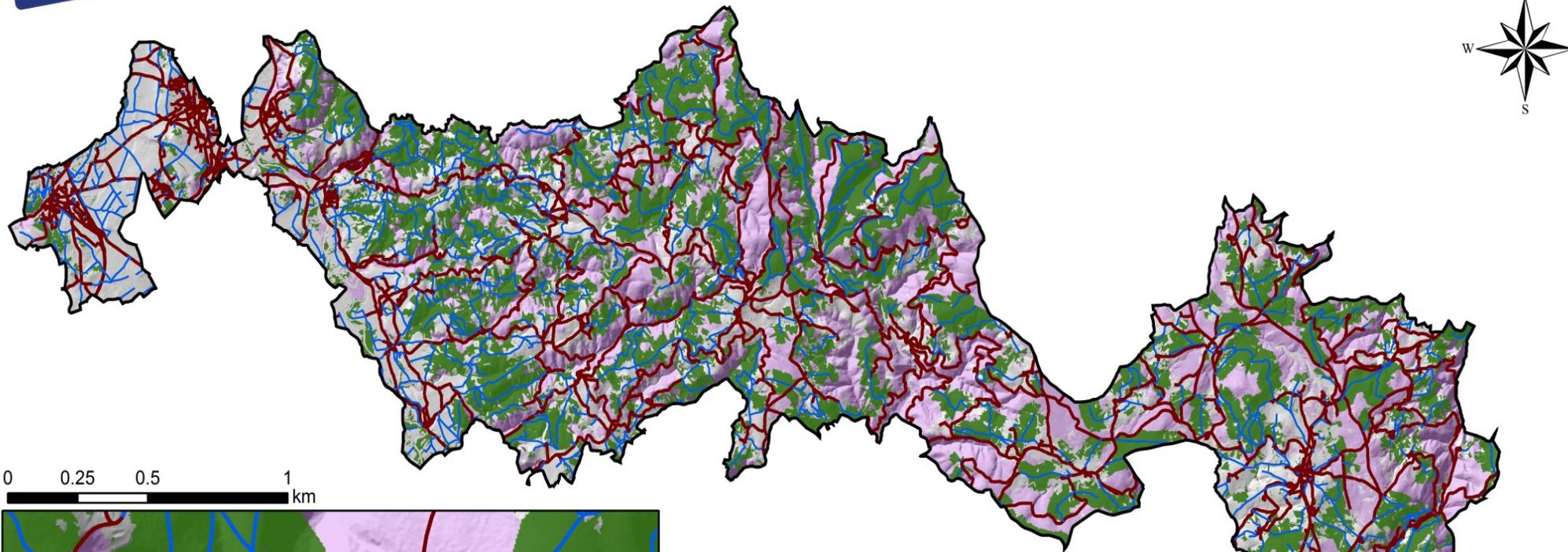
Informations par ligne:

- ID pixel de route
- Azimuth
- Emprise de la ligne
- Nombre de supports nécessaires
- Longueur réelle de la ligne
- Configuration : amont ou aval
- Surface de forêt impactée
- Volume total débardé par ligne
- Indice de prélèvement câble ($\text{Volume total} / \text{Longueur réelle}$)
- Longueur moyenne d'un voyage de chariot
- Volume de l'arbre moyen
- Coordonnées géographiques du début, de la fin et de tous les supports intermédiaires nécessaires
- Distance entre la place de dépôt et le réseau public
- ID du point de connexion avec le réseau public le plus proche

Zone de la Chaise-Dieu Auzon:
84 627 360 lignes testées
7 662 325 lignes possibles



Sylvaccess - Câble mât moyen - Zone accessible



-  Route forestière
-  Réseau public
-  Forêt accessible (11 360 ha)
-  Forêts inaccessibles (9 540 ha)



Résultats (modèle Câble) « travaillé »

2. Choix des meilleures lignes de câble en fonction d'un ou plusieurs critères

Jusqu'à 4 critères pris en compte avec par ordre d'importance:

Critère 1 > Critère 2 > Critère 3 > Critère 4

Règle de sélection:

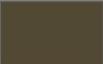
- L'emprise de chaque ligne peut se recouvrir dans les 40 premiers m en début de ligne
- Recouvrement possible sur 5 m ailleurs sur les côtés des emprises

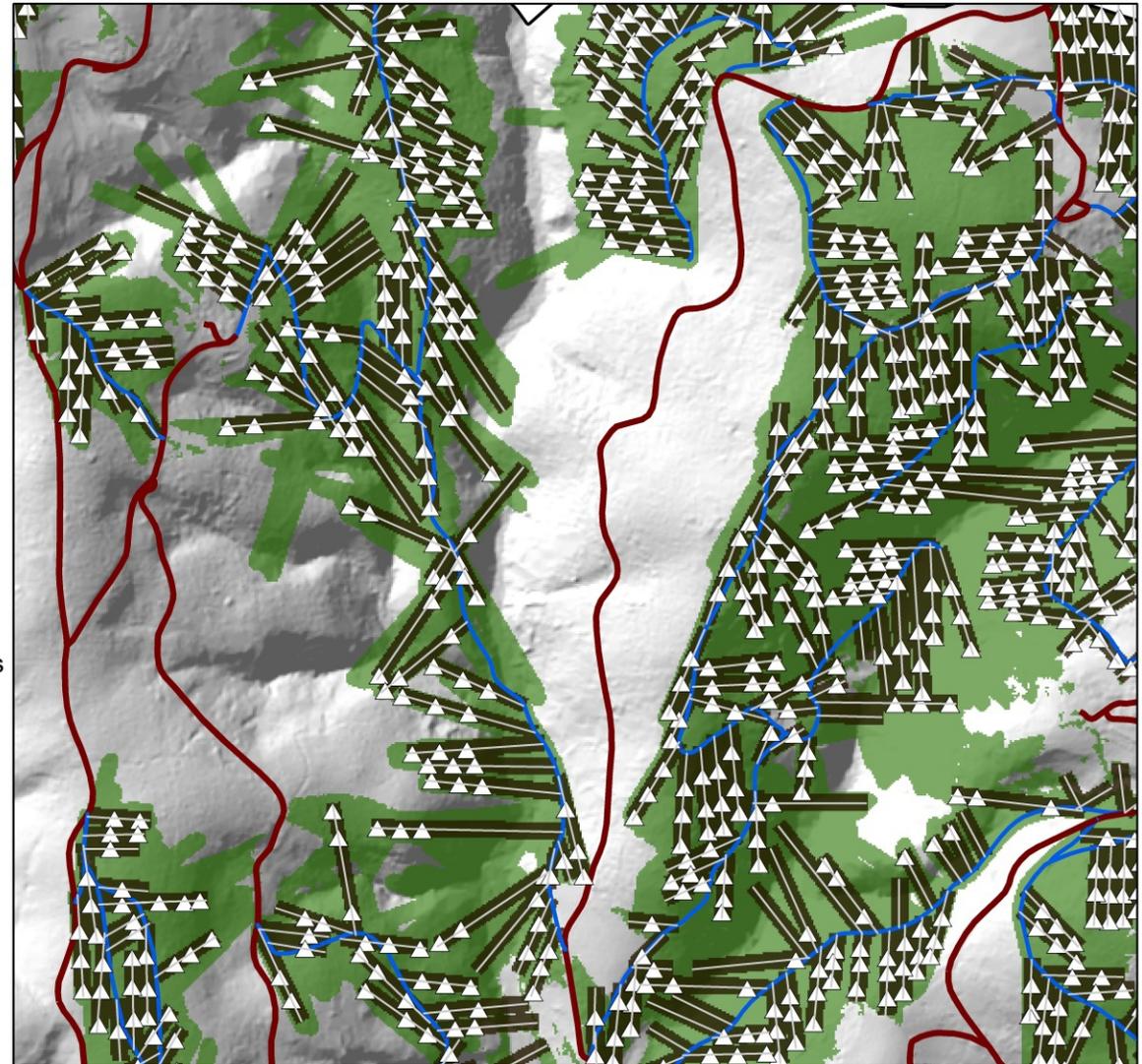
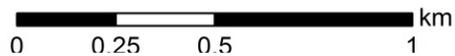
Sorties:

- Shapefile des emplacements des lignes et supports intermédiaires
- Raster d'emprise des lignes
- Tableau d'informations pour les lignes sélectionnées
- Fichier récapitulatif le bilan de la sélection des lignes effectuées



IPC > Longueur > NB supports

-  Route forestière
-  Réseau public
-  Lignes de câble
-  Emplacement pylônes
-  Emprise des lignes sélectionnées
-  Forêt accessible (11 360 ha)



Zone de la Chaise-Dieu Auzon:
7 662 325 lignes possibles
9 671 lignes sélectionnées

BILAN DE LA SELECTION DE LIGNE

- Surface totale de forêt traitée:	6 897 ha
- Nombre total de ligne:	9 671
+ Dont ligne avec débardage vers l'amont:	1 998
+ Dont ligne avec débardage vers l'aval:	7 673
- Nombre moyen de pylône intermédiaire par ligne:	1
- Longueur moyenne des lignes:	192 m
- Volume total prélevé (estimation):	614 447 m ³
- Indice de prélèvement câble moyen (estimation):	0.3 m ³ /m



2.4 Travail en cours

Analyse en cours sur les zones d'études avec les différents modèles :

- Modèle skidder
 - Modèle câble
 - Modèle abatteuse
- +
- Zone de la Chaise-Dieu - Auzon (43)
 - Zone de la Châtaigneraie Nord (15)
 - Zone Sancy Combrailles (63)
 - Zone du Sud Livradois (63)
 - Zone Sioule Colette et Bouble (03)



agriculture
gouv.fr
alimentation
gouv.fr





Phases d'étude

1. Estimation de la ressource

- Réalisation de placettes de calages pour l'estimation par LIDAR → *Réalisé*
- Traitements du nuage de points et estimation des paramètres forestiers → *Réalisé*
- Comparaison des résultats avec les volumes PDM → *En cours*

2. Cartographie de l'exploitabilité

- Récupération et préparation des données SIG → *Réalisé*
- Définitions puis adaptation des paramètres de calcul pour chacun des modèles → *Réalisé*
- Développement du modèle abatteuse/ porteur forestier → *Réalisé*
- Traitements des zones d'études → *En cours*

3. Validation par les acteurs et rédaction → *A faire – 1^{er} sem. 2015*





Rendus prévus

- Une synthèse complète de l'étude sur la zone de la Chaise Dieu avec les 2 parties de l'étude
- Couches SIG pour l'ensemble des zones analysées et des différents modèles (tracteur, câble, abatteuse/porteur)
- Données des placettes
- Rapport de l'étude expliquant la méthodologie suivie et les résultats de la comparaison réalisée
- Comité de pilotage avec présentation des résultats



Merci de votre attention



Chantier câble Mezenc – 2011 - ONF



Contact :

IRSTEA Centre de Grenoble
Unité Ecosystèmes Montagnards
Dynamique et fonction de protection des forêts de montagne

Frédéric BERGER – 04 76 76 28 00 – frederic.berger@irstea.fr

Sylvain DUPIRE – 04 76 76 27 28 – sylvain.dupire@irstea.fr

Jean-Matthieu MONNET – jean-matthieu.monnet@irstea.fr

