



INSTITUT  
TECHNOLOGIQUE

## **Abattage près des lignes électriques : bonnes pratiques pour opérer en sécurité**

# Sommaire

<b>1 – Introduction et champ d’investigations</b>	<b>3</b>
<b>2 – Le réseau français de transport et de distribution de l’électricité</b>	
-21 – Qui sont les acteurs ?	4
-22 – Comment se présentent les réseaux ?	4
-23 – Comment reconnaître une ligne et identifier son gestionnaire ?	7
-24 – Comment sont protégées les lignes électriques ?	7
<b>3 – Les risques électriques en général et en forêt</b>	<b>9</b>
-31 - Quels sont les courants et tensions dangereux ?	9
-32 – Y a-t-il des typologies bien différenciées d’accidents ?	9
-33 – Quels opérateurs sont touchés et comment ?	10
-34 – Quelles sont les causes d’électrisation en forêt ?	10
-35 – Les distances de sécurité prévues par la réglementation	11
<b>4 - L’évaluation des distances et positions</b>	<b>12</b>
-41 – Hauteur d’une ligne	12
-42 – Trajectoire de la cime d’un arbre par rapport à une ligne	13
<b>5 – Comment opérer en abattage manuel</b>	<b>15</b>
-51 – Rappel de la technique d’abattage directionnel	15
-52 – L’arbre penche coté opposé à la ligne ou est équilibré	16
-53 - L’arbre penche du coté de la ligne	18
<b>6- Comment opérer en abattage mécanisé</b>	<b>21</b>
-61 – La capacité de la machine et ses possibilités d’abattage directionnel	21
-62 – L’accès en sécurité aux arbres à abattre	21
-63 – L’organisation du chantier	22
<b>7- Le débardage des bois, le stockage et le transport</b>	<b>24</b>
<b>8- Les documents à consulter</b>	<b>24</b>

# 1 - Introduction et champ d'investigations

Le réseau de transport et de distribution d'électricité longe ou traverse un grand nombre de parcelles forestières.

Les gestionnaires de ce réseau, RTE et ERDF, confient à des entreprises sous traitantes le dégagement et l'élagage des espaces situés dans l'emprise de ces lignes électriques selon des modalités très encadrées au plan de la réglementation et de la sécurité. Ces travaux d'entretien, à proximité immédiate des lignes, visant à assurer la continuité du réseau sortent du champ de nos investigations.

**Par contre, lors de l'exploitation de parcelles classiques, des bûcherons et des conducteurs d'engins forestiers sont régulièrement confrontés à l'abattage de quelques arbres proches de lignes électriques aériennes.**

Les arbres manifestement à risques peuvent être traités après mise hors tension de la ligne par RTE ou ERDF. Mais ces sociétés dont un des objectifs principaux est la continuité et la qualité d'alimentation électrique des usagers, refusent généralement de couper les lignes lorsque les arbres concernés ne présentent pas de risques manifestes et n'empiètent pas dans la zone de sécurité définie par l'arrêté technique qui régit les distances lignes électriques/végétation environnante.

Pour les professionnels de l'exploitation forestière, se posent donc les questions suivantes :

- cet arbre peut-il tomber sur la ligne électrique ou en passer suffisamment près pour déclencher l'amorçage d'un arc électrique ?
- que risque-t-on en pareil cas ?
- comment opérer en abattage manuel et mécanisé pour éviter que l'arbre ne provoque l'accident électrique ?
- que faire si par maladresse j'abats un arbre sur la ligne ou si la grue de mon engin amorce un arc électrique ?

Les pages qui suivent apportent un certain nombre de réponses techniques à ces questions étant entendu que l'on n'aborde pas ici les aspects réglementaires et en particulier les processus de Demande de Renseignements et de Déclaration d'Intention de Commencement des Travaux.

## 2 – Le réseau français de transport et de distribution de l'électricité

### ●21 – Quels sont les acteurs ?

Depuis l'ouverture du marché européen de l'électricité, EDF n'est plus l'interlocuteur incontournable. L'acheminement et la distribution de l'électricité est confié à 2 de ses filiales :

- **RTE**, Réseau de Transport d'Electricité qui assure la circulation de l'énergie électrique entre les centrales électriques et de gros centres de distribution via des lignes à haute et très haute tension
- **ERDF**, Electricité Réseau de Distribution France qui dessert de gros clients et l'ensemble des usagers via un réseau moyenne tension et basse tension

RTE gère environ 80 000 Km de lignes à des tensions comprises entre 63 000 et 400 000 volts (en réalité près de 100 000 Km mais certains pylônes supportent 2 lignes).

ERDF gère environ 1,2 millions Km de lignes électriques de divers types dont 400 000 km en lignes aériennes moyenne tension (souvent en 20 000 V) et 600 000 Km en lignes aériennes basse tension (220 et 380 V) isolées ou non. Comme ERDF ne détient que 95 % du réseau de distribution, 5 % relèvent de diverses compagnies locales ou autres entités.

De façon schématique on peut dire que le réseau > 50 000 V relève de RTE et le réseau < 50 000 V de ERDF.

La SNCF alimente ses trains à travers des caténaires et donc un fil nu à une tension qui est souvent de 25 000 V alternatif ou 1500 V continu.

### ●22 – Comment se présentent les réseaux aériens ?

Le tableau ci-dessous présente les principaux cas de figure rencontrés. Il est volontairement simplificateur. Un arrêté technique du 17 mai 2001 fixe en détail les conditions techniques auxquelles doivent répondre les installations de distribution d'électricité.

Gestionnaire	Type de tension	Tension (V)	Longueur de réseau (Km)	Hauteur mini des lignes (m)	Distance mini des arbres (m)
ERDF	Basse	380 V	600 000	5	
	Moyenne	20 000 V	400 000	6	
RTE	Haute	63 000 V	32 000	6,3	8,5
		90 000 V	15 000	6,3 à 8,5	8,5
		225 000 V	23 000	7,2 à 10,2	9,5
		400 000 V	13 000	10 à 14	11
SNCF		25 000 V			
		1500 V continu			

Les lignes haute tension RTE et moyenne tension ERDF sont généralement à fils nus.

Les lignes basse tension de ERDF sont de plus en plus sous formes de faisceau de conducteurs isolés (en particulier sur façades ) mais il en existe en fils nus.

Une ligne électrique est accrochée aux poteaux ou pylônes par des isolateurs de divers types qui sont d'autant plus volumineux que la tension est élevée. Ces isolateurs peuvent être fixes (cas des lignes BT) ou suspendus (cas des lignes HT).

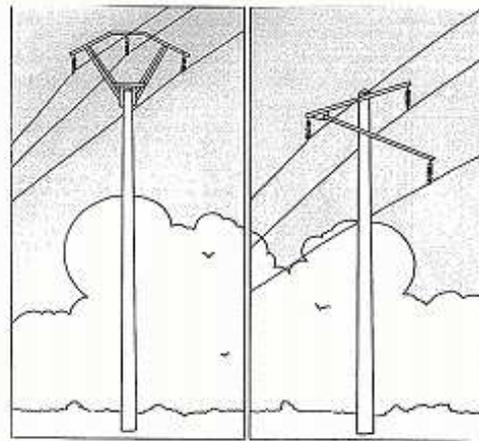
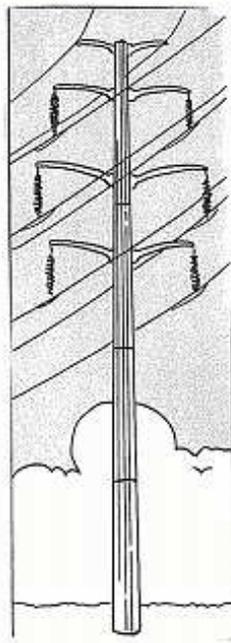
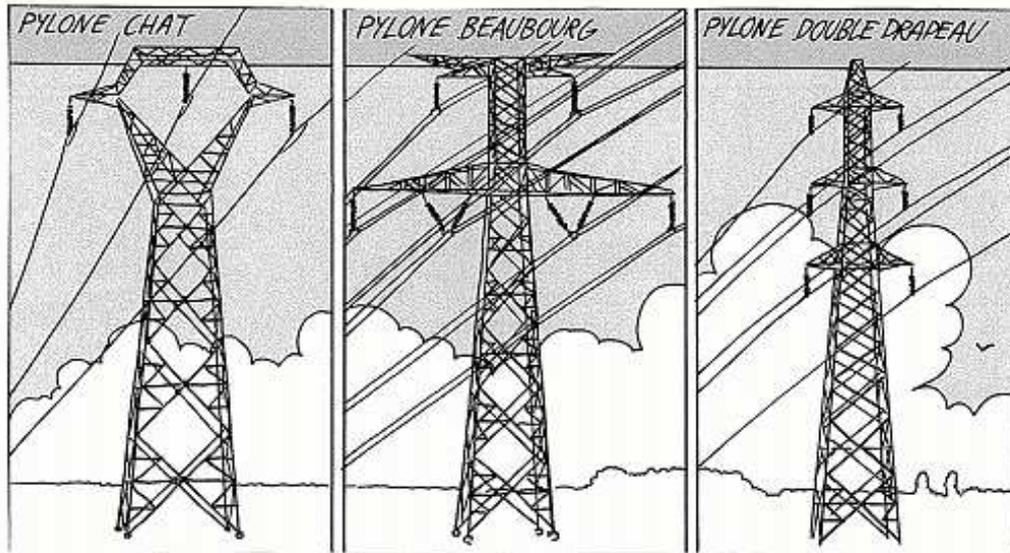
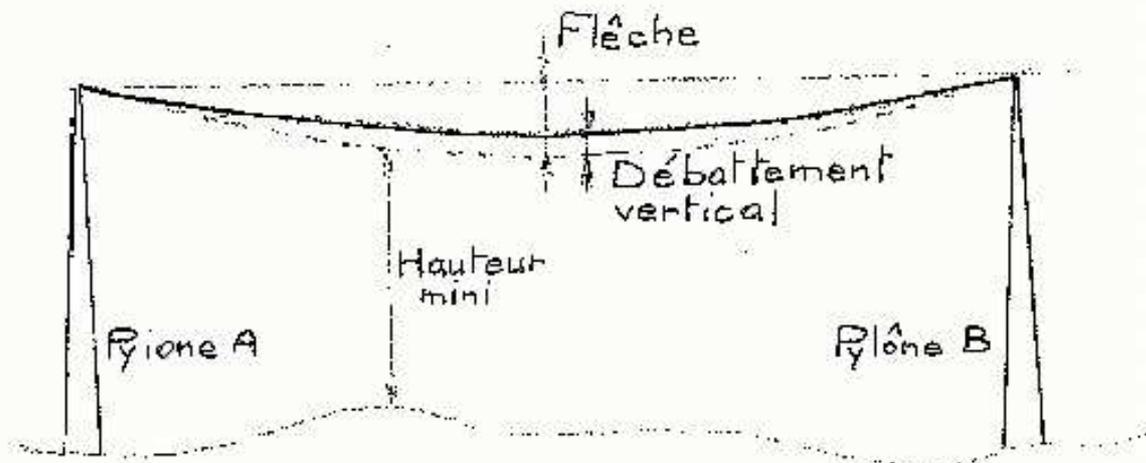
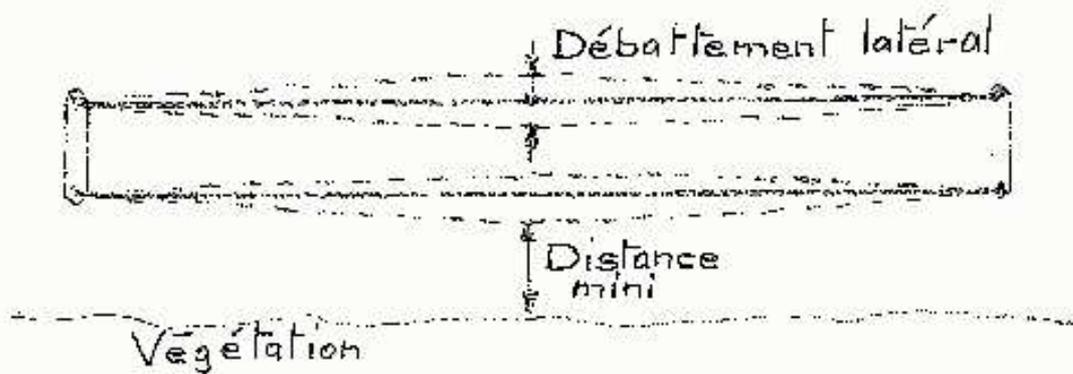


Figure 3:  
Quelques silhouettes de pylônes et poteaux

Vue de face



Vue de dessus



Vue de côté

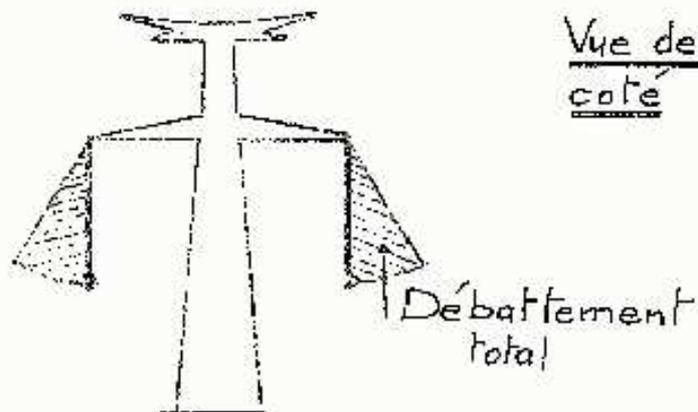


Figure 1  
Variations de hauteur et de position des fils

La Figure 1 indique les principaux mouvements possibles sur les fils électriques aériens.

Dans le plan vertical, toute ligne présente une flèche due à son propre poids, qui est maximale au milieu de l'espace entre les pylônes supports. La hauteur de la ligne par rapport au sol varie selon cette flèche, la position par rapport aux pylônes et les irrégularités du terrain.

De plus divers phénomènes peuvent accentuer la flèche :

- le passage de fortes intensités aux moments où la consommation d'électricité est élevée. Les fils s'échauffent par effet joule et se dilatent.
- la température extérieure qui produit dilatation ou rétraction des conducteurs,
- le givre ou la neige (en particulier les neiges de printemps) qui se déposent sur le fil et augmentent son poids.

Dans le plan horizontal, le vent peut provoquer un balancement latéral des fils qui les rapproche ou les éloigne de la végétation environnante.

Enfin les arbres à proximité sont également sensibles au vent qui rapproche ou éloigne leurs branchages des lignes.

De plus des branches vivantes ou mortes peuvent casser, provoquer des amorçages, rester accrochées dans les lignes.

Il résulte de ces constatations que la hauteur des lignes électriques par rapport au sol et plus encore leur position dans l'espace par rapport aux arbres est une notion difficile à appréhender, tant sur le terrain qu'à l'examen des dossiers de zonage disponibles en mairies

### ●23 – Comment reconnaître une ligne et identifier son gestionnaire ?

Les lignes > 50 000 V dépendant de RTE sont identifiables grâce aux plaques apposées sur les poteaux ou pylônes (nom de la ligne, numéro de pylône, tension). Il n'est pas essentiel de connaître la tension car le risque est évidemment présent même si la tension n'est que de 63 000 V.

Par contre, l'identification de la ligne et la connaissance précise de sa position géographique sont précieuses pour l'entrepreneur lors de la reconnaissance de coupe puis ultérieurement en cas d'incident ou accident.

Les pylônes peuvent atteindre des hauteurs élevées (21 m en 90 000 V, environ 40 m en 400 000V).

Ils supportent fréquemment 2 lignes symétriques (2 fois 3 fils).

Chaque isolateur comporte d'autant plus d'éléments que la tension est élevée.

Les lignes <50 000 V du réseau moyenne tension comportent 3 fils accrochés à des isolateurs soit fixes, soit suspendus. Les poteaux sont beaucoup moins hauts que ci-dessus et ne comportent pas toujours de plaque d'identification. Ceux qui sont équipés de transformateurs aériens portent une plaque qui permet de connaître tension primaire et secondaire.

Les lignes 20 000 V représentent une proportion importante de ce réseau.

Les lignes basse tension (380/220 V) qui desservent les villages, fermes et maisons isolées se présentent sous forme de 4 fils nus ou 4 fils torsadés gainés.

### ●24 – Comment sont protégées les lignes électriques ?

Un appareillage de mesure et de détection d'anomalies surveille en permanence les lignes. Il détecte les défauts d'isolement, entre autres les retours à la terre et les courts circuits. Des disjoncteurs coupent le circuit en cas de défaut mais des dispositifs de ré armement le rétablissent rapidement. Si le défaut persiste, ils coupent le circuit. S'il disparaît, ils le rétablissent.

Ces opérations sont très rapides :

- chez RTE, le ré enclenchement a lieu 0,2 secondes après la coupure initiale,

- chez ERDF il y a 3 ré enclenchements automatiques après 0,3 secondes puis 15 secondes puis 15 secondes.

Par ailleurs les personnels de RTE et ERDF peuvent procéder à des recherches manuelles de défaut et donc rétablir le courant selon des modalités très diverses.

Enfin, un défaut électrique n'est pas toujours franc (par ex mauvais retour à la terre, branche qui frôle le fil et le touche ou non en fonction du vent....) et peut échapper au dispositif de surveillance. La ligne reste alors sous tension.

En conséquence :

- sur un engin, en cas de contact avec la ligne provoquant un défaut franc, attendez au moins une minute avant de faire quoi que ce soit (en particulier de sauter de l'engin) de manière à ce que les réarmements successifs aient lieu et que la ligne soit coupée (mais attention, elle peut être rétablie à tout moment)

- **d'une façon générale, considérez que la ligne est toujours sous tension.** N'intervenez pas sur l'engin, l'arbre ou même la victime avant d'avoir déclenché les secours et d'avoir la certitude que la ligne a été mise en consignation par le gestionnaire

- ne touchez jamais une ligne électrique tombée à terre

### 3 – Les risques électriques en général et en forêt

#### ●31 – Quels sont les courants et tensions dangereux ?

Les milieux médicaux estiment que l'homme perçoit un courant électrique dès lors qu'il dépasse un milliampère. Au-delà du seuil de 5 milliampères, l'homme reçoit une secousse qui l'amène généralement à lâcher prise.

Si l'intensité est supérieure, les contractions musculaires l'empêchent de lâcher prise. Pour des courants encore supérieurs (mais néanmoins faibles de l'ordre de quelques dizaines de milliampères) il y a asphyxie ventilatoire, puis fibrillation ventriculaire.

Il suffit donc d'un courant faible pour être électrisé (phénomène bénin) et même électrocuté (décès).

Contrairement à ce que l'on pourrait imaginer, le risque électrique existe donc sur le réseau de distribution basse tension en 220 V alternatif monophasé à 2 fils (phase + neutre) et plus encore en 380 V alternatif triphasé (3 fils de phase + 1 neutre délivrant 380 V entre phases et 220 V entre phase et neutre). Il existe également sur les lignes haute tension mais à priori l'opérateur intervenant à proximité en est beaucoup plus conscient.

La résistance du corps humain est très variable et dépend de multiples facteurs (humidité ambiante, capacité d'isolement des chaussures et vêtements, physiologie de l'individu, trajet du courant à travers le corps...).

Il n'est pas possible de déterminer de façon fiable la résistance (ou l'impédance) du corps humain et de calculer par la formule bien connue  $U = RI$  (U : tension en volts, R : résistance en ohms, I. intensité en ampères) la tension au-delà de laquelle il est dangereux d'être exposé.

Le corps humain peut d'ailleurs supporter des tensions très élevées si l'intensité délivrée est faible : c'est le cas lorsque vous touchez par mégarde le fil dénudé de la bougie de votre tronçonneuse (tensions de l'ordre de 10 000 V).

En cas de contact avec des lignes électriques à haute tension, les intensités et les puissances en jeu sont considérables. Elles provoquent de graves brûlures externes ou internes au corps. Elles peuvent faire fondre des outils métalliques, les souder aux fils conducteurs, faire éclater les pneus d'un engin et donc provoquer divers types de sur-accidents.

L'arc électrique est dangereux au plan de l'éblouissement, à l'instar de ce qui se passe en soudure à l'arc.

#### ●32 – Y a-t-il des typologies bien différenciées d'accidents ?

- a - Dans le domaine agricole, l'accident le plus commun a lieu par contact direct d'une partie de machine, en cours de déplacement, avec le ou les fils nus : la goulotte d'une ensileuse, la rampe d'un pulvérisateur touchent les fils. C'est également le cas dans diverses opérations de transport ou de manutention : la benne d'un camion en position élevée, une vis à grain ou un tapis d'aménagement déployés heurtent les fils.

On retrouve cette même typologie en BTP avec des toupies à béton, grues et autres matériels de grandes dimensions sur camion.

- b - Un autre type d'accident fréquent est l'amorçage d'un arc électrique entre le même genre de matériel en mouvement et les lignes électriques proches.

- c - Un troisième type d'accident a lieu en agricole ou BTP lors de manutentions de charges diverses à la grue, par des chargeurs frontaux ou autres bras articulés.

- d - De nombreux cas ont été relevés en élagage et espaces verts :

- soit par contact direct de l'opérateur (grimpeur dans l'arbre ou dans une nacelle) et des lignes,

- soit par contact à travers son outil : tronçonneuse, scies emmanchées, échenilloirs, sécateurs, croissants....,

- soit par contact d'un accessoire conducteur comme une échelle métallique,

- soit par amorçage et non pas contact direct dans ces mêmes conditions,

Bon nombre de ces cas sont mortels et provoquent parfois des sur accidents (chute de l'arbre ou de l'échelle...).

Ainsi, pour la période de 1994 à 2008, la MSA a relevé 11 accidents mortels d'origine électrique chez les salariés et 2 chez les non salariés. Parallèlement aucun accident mortel impliquant une ligne électrique n'a été enregistré en bûcheronnage.

- e – En forestier, hors du cas très commun d'un arbre abattu sur une ligne, il n'a pas été possible de déterminer, par les statistiques MSA ou BSST, des typologies bien marquées. Il semble cependant y avoir eu une multitude de quasi accidents provoqués par des grues de porteurs, camions ou machines de bûcheronnage, en particulier lors de manutentions de bois déposés en piles bord de route sous une ligne.

Les cas a, b et c surviennent avec des équipements agricoles ou du BTP atteignant 5 à 8 m de hauteur près de lignes BT ou MT (souvent 20 000 V). Ils peuvent également se produire avec des machines forestières du type machines de bûcheronnage ou porteur (grues ayant fréquemment une portée de 7 à 12 m).

Dans la plupart des cas, la cause initiale de l'accident est :

- la méconnaissance des lieux et l'absence d'informations fiables au conducteur : l'opérateur ne sait pas qu'une ligne électrique passe sur son lieu d'intervention,
- l'inattention et le manque de vigilance : l'opérateur connaît l'existence de la ligne et l'a bien repérée mais il l'oublie au fur et à mesure de ses déplacements ou manutentions,
- l'imprudence : l'opérateur connaît l'existence de la ligne mais n'applique pas les consignes de sécurité (par exemple déplacement avec l'outil non replié),
- la mauvaise connaissance du gabarit de la machine (ou de son équipement plus ou moins déployé) par rapport à la hauteur de la ligne, elle même plus ou moins estimée.

### ●33 – Quels opérateurs sont touchés et comment?

- en élagage et espaces verts, la victime la plus fréquente est l'opérateur dans l'arbre, sur nacelle ou au sol. Outre l'électrocution ou de fortes brûlures, il risque de tomber au sol, éventuellement sur des collègues.

- en agricole et BTP, le conducteur est généralement la première victime. Non pas tant qu'il est aux commandes sur son siège mais s'il tente de descendre à terre en se tenant à l'engin ou à ses poignées. Il établit alors le circuit à la terre à travers son corps. Lorsque le courant passe à la terre par le châssis de la machine ou à travers les pneus (amorçage) le conducteur n'est pas forcément électrocuté car le courant électrique emprunte le chemin de moindre résistance électrique : le métal.

- en manutention, la victime est souvent le conducteur au sol qui manœuvre une grue ou un outil. Il établit le circuit à la terre à travers ses manettes de commandes.

- dans tous les cas, des victimes de second ordre sont les collègues ou autres personnes présentes : par précipitation ou croyant que la ligne électrique est hors tension, ils touchent l'engin ou la victime et se trouvent eux mêmes électrisés, voire électrocutés.

### ●34 – Quelles sont les causes d'électrification en forêt ?

Les lignes souterraines sortent de notre champ d'investigation puisque les machines forestières de récolte n'opèrent que sur la partie aérienne des arbres.

Les lignes électriques aériennes peuvent être à fils nus ou à fils isolés.

- **Les lignes isolées** (conducteurs gainés et torsadés) ne sont dangereuses que si elles sont rompues lors de l'opération d'abattage (arbre qui tombe sur la ligne et l'arrache, grue qui l'arrache). Leurs fils se trouvent alors dénudés et le courant passe entre eux ou à la terre via l'arbre ou le bras de la machine.

- **Les lignes à fils nus** ne sont généralement pas à portée de l'opérateur (sauf cas exceptionnel important à noter : chablis ayant provoqué la chute d'arbres ou branches qui ont cassé la ligne et jeté les fils à terre). Le contact direct n'est pas possible contrairement à ce qui se passe chez les élagueurs. Le danger provient donc d'un contact indirect entre l'opérateur et la ligne selon un des scénarios suivants :

- l'arbre abattu entre en contact avec la ligne. Comme il est plus ou moins conducteur (le bois frais contient environ 50 % d'eau) il établit le circuit entre le fil et la terre à travers le bûcheron et sa tronçonneuse. Un temps humide ou la pluie accentue la conductivité de l'arbre.

- même phénomène dans le cas d'un arbre abattu par une machine de bûcheronnage : le châssis de la machine se trouve porté au potentiel de la ligne touchée à travers l'arbre puis la grue. S'il s'agit d'une machine chenillée, le courant passe à la terre à travers les masses métalliques de la machine.

Si l'engin est à pneus, le circuit s'établit ou non avec la terre selon la tension : en basse tension, il ne se passe généralement rien car les pneus sont suffisamment isolants. En haute tension, un arc électrique s'amorce entre les jantes et le sol (ou à partir d'une pièce métallique de l'engin proche de la terre). Il chauffe le pneu (lequel contient des nappes de fils métalliques) et le fait parfois éclater. Des pneus mouillés ou boueux facilitent l'amorçage.

**Attention : lorsque le conducteur d'un engin à pneus mis au potentiel de la ligne tente d'en descendre, il va établir le circuit vers la terre à travers son propre corps et donc risquer l'électrocution**

- la grue ou l'outil d'abattage touche un fil et met l'engin au potentiel de la ligne comme ci-dessus

- la grue ne touche pas le fil mais s'en approche suffisamment pour qu'un arc électrique apparaisse

- l'arbre ne touche pas le fil mais s'en approche assez pour établir un arc électrique

D'autres risques existent :

- deux fils sont mis en contacts entre eux par l'arbre ou à travers la grue. Un court circuit est déclenché avec production éventuelle d'un arc électrique plus ou moins violent,

- un fil nu touche la terre, créant un champ électrique au sol dans le voisinage. Si un opérateur marche dans cette zone, il apparaît une « tension de pas », c'est-à-dire une différence de potentiel entre ses 2 pieds. Elle est d'autant plus élevée que les pas sont grands d'où l'intérêt de sauter à pied joints ou de faire de tous petits pas si l'on se trouve dans cette situation.

**Les points à retenir :**

- **conducteurs** : si vous quittez l'engin en contact avec la ligne électrique, sautez à pied joints le plus loin possible. En aucun cas ne descendez à terre en vous tenant à la main courante ou au châssis. Eloignez vous en sautant pour ne pas être exposé à la « tension de pas ».

- **bûcherons** : si vous constatez que l'arbre en cours d'abattage est en train de tomber sur la ligne, éloignez vous rapidement. Ne tentez pas de le recouper ou d'éliminer la branche qui touche aux fils.

- **donnez l'alerte, balisez la zone dangereuse, mais n'intervenez pas sur les arbres ou matériels en cause sans avoir, sur place, l'aval du gestionnaire des lignes .**

### ●35 – Les distances de sécurité prévues par la réglementation

Tout opérateur intervenant à proximité d'une ligne électrique à conducteurs nus ne doit pas s'en approcher à moins de :

- 3 mètres si la tension est inférieure à 50 000 V, y compris sur le réseau basse tension
- 5 mètres si la tension est supérieure à 50 000 V

Source : Code du Travail, articles R 4534-107 à R 4534-130.

Ces tensions s'entendent en valeur efficace pour le courant alternatif et pour la plus grande des tensions (lorsque les pylônes supportent plusieurs réseaux).

Il existe d'autres DMA (Distances Minimales d'Approche), valables pour des électriciens et autres professions non forestières qui disposent de formations, habilitation et EPI appropriés.

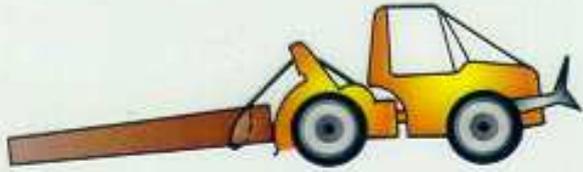
## 4 – L'évaluation des distances et positions

### ●41 – Hauteur de la ligne

Dans le cas d'un engin forestier devant se déplacer pour passer sous une ligne électrique il faut déterminer :

- **le gabarit ou hauteur du point le plus haut de la machine** et plus généralement de la grue repliée. Cette dimension est fournie par le manuel d'utilisation (Tableau des caractéristiques mécaniques, rubrique « hauteur sur route »). Sur machines de bûcheronnage, elle se situe généralement entre 3,5 et 4 m **à condition que la grue soit totalement repliée et l'outil refermé sur son point d'attache.**

Si la grue est en position de travail, ne pas oublier d'ajouter quelques mètres selon la conception de la grue car le premier bras (ou balancier) peut être plus ou moins redressé. Il est prudent de vérifier ces dimensions en les mesurant sur la machine.

 <p>Le débusqueur à câble</p>	 <p>La machine de bûcheronnage</p>
Un débusqueur à câble utilisable pour tirer un arbre à risque près d'une ligne électrique ne dépasse pas 3 m à 3,20 m de hauteur	Une machine de bûcheronnage en position d'abattage présente un point haut de la grue situé entre 5 et 7 m de hauteur

- **la hauteur de la ligne**, variable selon les zones, peut être estimée à l'œil. Elle peut descendre jusqu'à 5 m en basse tension ce qui signifie que le conducteur doit rechercher une zone favorable pour traverser sous la ligne. Sur lignes de 20 000 V elle peut descendre à 6

m et mérite donc un examen attentif puisqu'il y a risque de contact direct entre la grue et la ligne.

Sur lignes de tension supérieure à 50 000 V, la hauteur est généralement bien supérieure mais cependant très variable en particulier sur terrains accidentés. .



Une machine Ponsé en position d'ébranchage

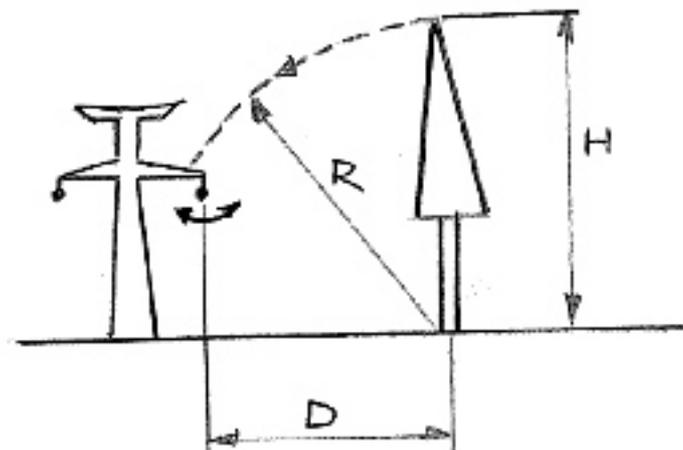


Une machine John Deere en position d'abattage

Des petits matériels forestiers du type dendromètre permettant de mesurer la hauteur des arbres peuvent être utilisés pour mesurer la hauteur de ligne par rapport au sol.

RTE demande à ses sous traitants d'utiliser un télémètre et de mesurer la hauteur dans les 10 minutes précédant l'intervention, ceci afin de bien intégrer les conditions du moment (courant parcourant les lignes, température ambiante, vent....).

#### ●42 – Trajectoire de la cime d'un arbre par rapport à la ligne



Lors de l'abattage, la cime de l'arbre va décrire un arc de cercle dont le rayon  $R$  est égal à sa hauteur totale  $H$ . Selon la direction d'abattage par rapport à la ligne, la cime va ou non pénétrer la zone de sécurité des 3 ou 5m. Mais l'on n'est jamais certain de respecter la direction d'abattage prévue.

Il faut donc se placer dans le cas de figure le plus défavorable (arbre tombant vers la ligne) et estimer à l'œil la situation selon le croquis ci-dessus.

Dans le cas où l'arbre peut pénétrer la zone de sécurité des 3 m ou 5 m, il faut mettre en œuvre une technique d'abattage et des moyens surs permettant de l'orienter en sens opposé à la ligne.

Dans le cas où il peut entrer directement en contact avec les fils (fig ci-dessus), aucune erreur n'est permise. Si l'arbre présente un penchant naturel marqué vers la ligne il faudra impérativement le tirer dans le sens opposé avec un engin. S'il est équilibré ou s'il penche coté opposé à la ligne, un abattage directionnel classique est possible à condition de bien respecter les règles techniques habituelles.

Les points à retenir :

- mesurer la hauteur maximale de la machine et de sa grue en position de déplacement et d'abattage. Noter ces valeurs de façon bien visible dans la cabine.

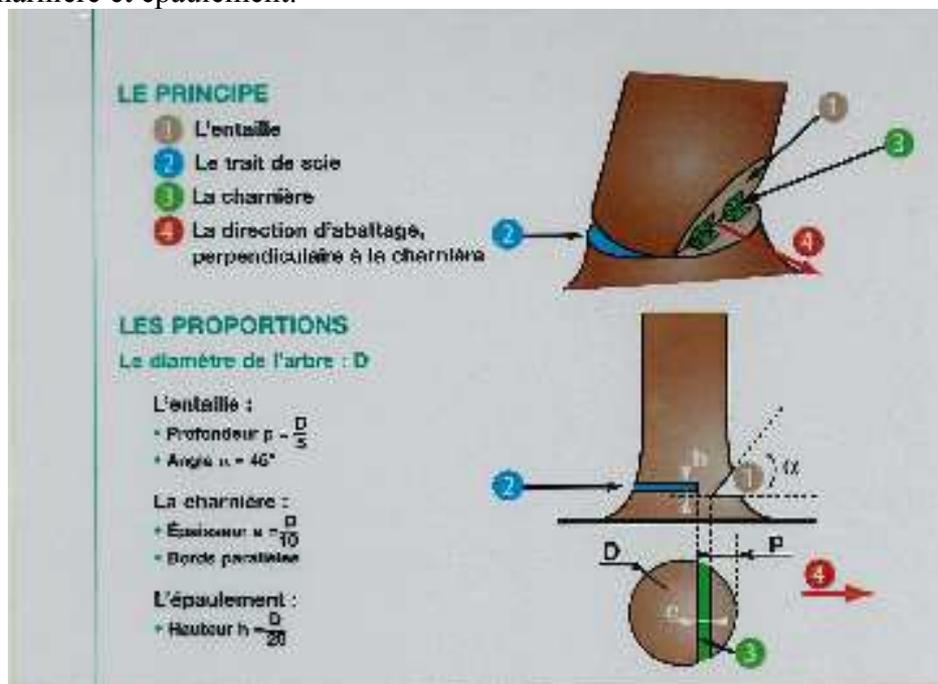
- prendre l'habitude d'évaluer la hauteur des lignes et des arbres, soit à l'œil, soit à l'aide de la croix du bûcheron,

- en cas d'interventions régulières à proximité de lignes électriques s'équiper d'un dendromètre ou d'un télémètre et procéder à la mesure des hauteurs et distances.

## 5 – Comment opérer en abattage manuel

### •51 – Rappel de la technique d'abattage directionnel

Le croquis ci-dessous rappelle les proportions à respecter pour réussir un bon abattage : entaille, charnière et épaulement.



**Un bûcheron maîtrisant la technique d'abattage directionnel est capable de diriger un arbre où il veut si celui-ci est équilibré et sain : la direction d'abattage est définie par la perpendiculaire à la charnière.**

Si l'arbre penche légèrement, il peut l'abattre facilement dans un sens différent de son penchant naturel (+ ou - 30 ° voire plus) en pratiquant une charnière de symétrie.

Il peut également le redresser à l'aide d'un coin mais cela n'est possible que sur un penchant faible et un arbre de petite taille.

Ces techniques sont décrites en détail dans le « Manuel d'Exploitation Forestière tome 1 » du FCBA, dans le classeur pédagogique AFOCEL « Matériels et méthodes d'exploitation » et dans divers fascicules largement répandus dans les centres de formation forestière.

Mais plusieurs problèmes se posent :

- il est difficile d'évaluer le penchant naturel d'un arbre en particulier s'il est haut et en feuilles. Une erreur d'appréciation est toujours possible.

- le pied de l'arbre peut être creux, pourri ou diversement altéré. On ne s'en rend compte qu'après avoir réalisé la charnière et /ou le trait de scie. Il est alors trop tard car la charnière fragilisée ne joue pas son rôle. L'arbre peut la rompre et tombe alors selon son penchant naturel.

- redresser un arbre au coin devient physiquement difficile et même impossible à partir d'une certaine taille. En tapant sur le coin, on risque de rompre la charnière.

- enfin, une erreur du bûcheron est toujours possible lors de l'abattage.

## ●52 – L'arbre penche du côté opposé à la ligne ou est équilibré

- utiliser une tronçonneuse en bon état et bien affûtée. Un affutage di symétrique ou altéré ne permet pas de bien contrôler les traits de scie et rend aléatoire la maîtrise de la direction d'abattage,
  - s'assurer que l'on dispose de suffisamment de carburant dans le réservoir pour ne pas tomber en panne sèche lors d'une coupe délicate,
  - repérer soigneusement les lieux, dégager les abords de l'arbre à abattre et préparer le chemin de retrait selon les modalités habituelles. Si nécessaire effectuer l'égobelage du pied de l'arbre,
  - définir la direction d'abattage qui peut aller de la perpendiculaire à la ligne électrique à la parallèle. Privilégier les directions opposées à la ligne. Dans le cas d'un abattage parallèle s'assurer que l'ensemble du houppier va passer à plus de 3 ou 5 m de la ligne. Dans tous les cas choisir une direction telle que l'arbre ne risque pas de rester encroué sur d'autres arbres à proximité de la ligne.
  - réaliser l'entaille puis vérifier la direction de chute en visant la perpendiculaire à la charnière. Si l'arbre est gros et équilibré, pratiquer une entaille plus profonde : plutôt 1/3 que 1/5 du diamètre, voire plus. Ainsi le centre de gravité de l'arbre pourra franchir la charnière plus facilement.
  - lors de la réalisation de l'entaille, puis ultérieurement du trait de coupe, observer attentivement les copeaux générés par la tronçonneuse afin de détecter d'éventuelles pourritures ou altérations,
  - se munir de coins (simples coins plastique dans les cas faciles, 2 coins plastique + un coin métallique dans les cas plus délicats) et d'un merlin,
  - commencer le trait de scie, mettre en place un petit coin plastique dès que possible et l'enfoncer pour mettre l'arbre légèrement en tension,
  - poursuivre le trait de scie en observant attentivement le houppier et le trait de scie. Si l'arbre reste équilibré, enfoncer le coin au fur et à mesure. Si nécessaire placer un second coin métallique et l'enfoncer.
  - dans les gros feuillus, veiller à la chute éventuelle de branches mortes,
  - se relier lorsque l'arbre a commencé sa chute.



*Abattage d'un hêtre à léger penchant vers l'aval. Le bûcheron a opéré sans coin. Il surveille le houppier de l'arbre et s'apprête à se retirer vers l'amont.*



*Abattage directionnel d'un chêne équilibré à l'aide de 2 coins métalliques et d'un merlin*

### ●53 – L'arbre penche du côté de la ligne

La solution consiste à tirer l'arbre dans un sens différent, soigneusement choisi, en utilisant de préférence un engin à treuil et câble.

L'opération s'apparente au « tournage » d'un arbre de bordure qui penche vers une maison, une clôture ou tout autre obstacle, avec, en plus un risque électrique notoire. Le mode opératoire ci-dessous en reprend le principe en y apportant un certain nombre de compléments afin de garantir la réussite de l'opération.

- respecter les consignes habituelles indiquées au §52 (préparation du matériel et du chantier)
  - constituer une équipe composée d'un bûcheron aguerri maîtrisant bien l'abattage directionnel et d'un conducteur de débusqueur doté d'un treuil. Les caractéristiques de l'engin et du câble sont à choisir en fonction de l'effort à générer donc du poids de l'arbre et de son penchant : en fait il faut vaincre la composante du poids qui s'oppose à l'effort de traction. Il suffit en général de quelques centaines de Kg si le câble est accroché suffisamment haut dans l'arbre.
- Un débusqueur moyen (capacité de traction 12 à 16 tonnes) doté d'un câble moyen (diamètre 12 à 16 mm) suffit pour redresser un arbre de plusieurs m<sup>3</sup>. De très gros arbres nécessitent évidemment un calcul plus précis sur la base d'une densité d'environ une tonne par m<sup>3</sup> de grume et d'un houppier pouvant représenter entre 0,8 et 1,5 tonnes de branchages par m<sup>3</sup> de grume .
- réunir les petits équipements nécessaires : échelle pour grimper dans l'arbre, élingue textile, manille... et vérifier le câble et son crochet. Opter pour un crochet à linguet afin d'éviter que le câble ne se décroche inopinément.
  - définir la direction d'abattage qui sera opposée au penchant naturel (et à la ligne) et s'assurer qu'aucun autre arbre n'empêche la chute ou ne risque de provoquer un encrouage
  - positionner le débusqueur dans cette direction, à une distance largement supérieure à la hauteur de l'arbre. S'il n'est pas possible de pénétrer cette zone utiliser une poulie de renvoi accrochée au pied d'un arbre solidement enraciné à l'aide d'une élingue textile. Attention, car dans cette opération de mouflage l'effort supporté par la poulie, son élingue et l'arbre d'ancrage peut atteindre le double de l'effort de traction sur le câble. Abaisser le bouclier et la lame avant du débusqueur afin de bien ancrer l'engin au sol.
  - accrocher solidement le câble au tronc, au dessus d'une grosse branche ou d'un verticille, et au dessus du centre de gravité de l'arbre. Ainsi, en cas de rupture de la charnière lors de l'abattage, la cime de l'arbre ne peut pas basculer vers la ligne électrique. Le centre de gravité d'un arbre est généralement situé au tiers de sa hauteur totale.
  - réaliser une entaille d'autant plus ouverte que l'arbre penche. Cela évite la rupture brutale de la charnière pendant la chute et permet un bon guidage jusqu'au sol.
  - prévoir une charnière et un épaulement plus épais qu'en conditions normales. La charnière est ainsi plus résistante donc risque moins de casser. Par contre, cela nécessite un effort de traction un peu plus élevé pour redresser l'arbre,
  - mettre l'arbre en tension en actionnant le treuil du débusqueur. Le conducteur, équipé de sa radio commande, se place à proximité du bûcheron de manière à communiquer verbalement avec lui. Il reste près du pied de l'arbre mais hors de la zone de chute éventuelle de branches, dans les angles de repli. C'est le bûcheron qui donne les ordres.
  - réaliser le trait de scie en treillant progressivement l'arbre,
  - surveiller attentivement l'ouverture du trait de scie et le mouvement du houppier. Ne terminer la charnière que lorsque l'arbre a nettement amorcé sa chute.
  - se retirer (débardeur puis bûcheron) dans la zone de replis lorsque l'arbre tombe.

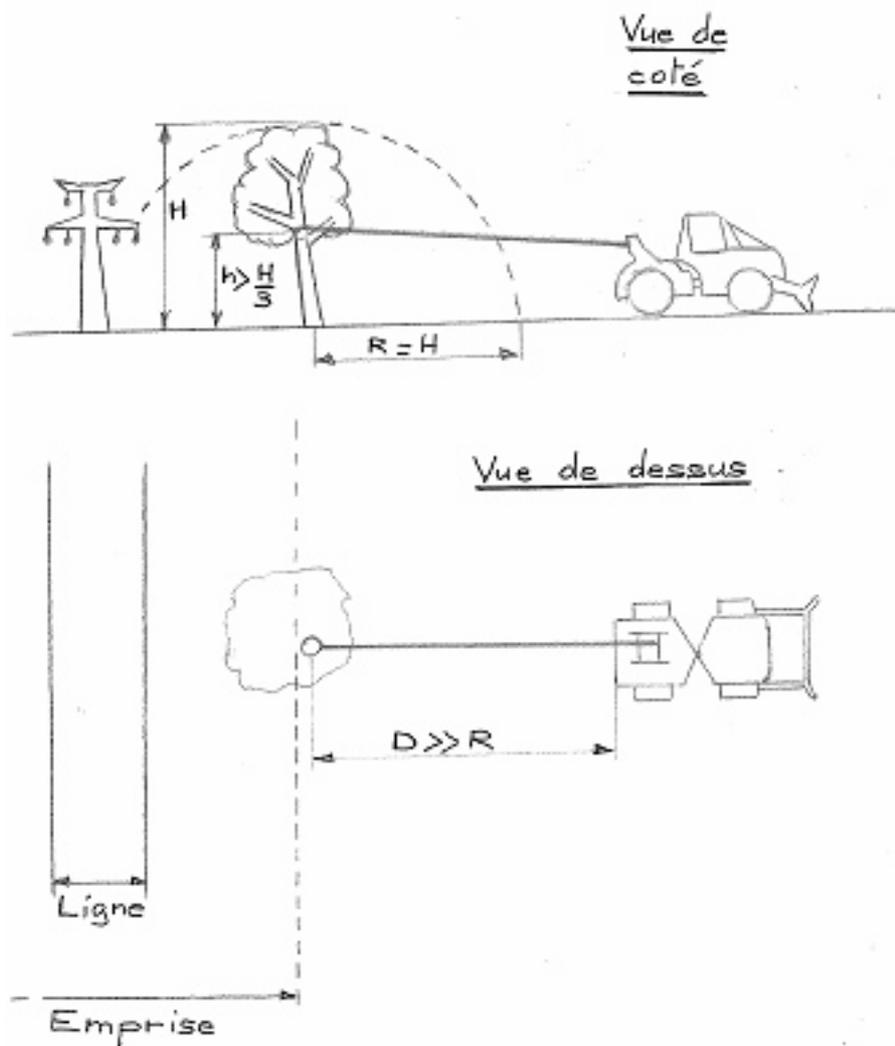


Fig 4  
Treuilage d'un arbre penchant

Quelques précautions utiles :

- utiliser un câble synthétique au lieu d'un câble métallique. A résistance égale il est beaucoup moins lourd (8 fois moins environ) donc facilite l'installation dans l'arbre. Et il n'est pas conducteur de l'électricité. Veiller au bon état du câble et de ses épissures au crochet comme dans le cas d'un câble métallique. Des essais vont être menés par FCBA Sud Ouest pour préciser le mode opératoire et les consignes.

- en cas d'utilisation d'une échelle métallique (tout particulièrement télescopique) veiller à ce que son extrémité ne pénètre pas la zone de sécurité. Ne la déployer qu'au pied de l'arbre et l'orienter de manière à ce qu'elle tombe coté opposé à la ligne en cas d'incident.

- si nécessaire utiliser une élingue textile pour accrocher l'arbre au câble plutôt qu'une élingue métallique lourde,

- le cas échéant (pour des bûcherons amenés à réaliser régulièrement des abattages difficiles), utiliser un coin hydraulique. Il en existe que l'on actionne à l'aide d'une pompe manuelle à levier. Il en existe également que l'on peut adapter sur certaines tronçonneuses

- si l'engin n'est pas équipé de radio commande convenir d'un code bûcheron/conducteur par gestes simple

- d'autres engins qu'un débusqueur sont utilisables à condition qu'ils disposent d'un treuil (porteur, tracteur avec treuil sur trois points). Un tirfor est également utilisable mais uniquement sur de petits arbres car sa capacité en traction est généralement limitée à 1 ou tonnes. Son usage est à réserver au cas d'un arbre isolé. Dès lors que plusieurs arbres sont à abattre en bordure d'une ligne électrique, un engin est indispensable.

- ne pas positionner l'engin ni le véhicule de chantier sous la ligne électrique. En cas de rupture du fil, celui-ci pourrait tomber dessus.

- avant l'intervention identifier au préalable le gestionnaire de la ligne et se procurer ses coordonnées

- bien entendu, porter les EPI appropriés

Les points à retenir :

- avoir recours uniquement à des bûcherons professionnels maîtrisant les techniques d'abattage directionnel, équipés de tout l'outillage nécessaire,

- dès que l'arbre présente un penchant naturel dangereux, en cas d'hésitation sur son penchant et son l'équilibre, ou sur l'état sanitaire du pied, faire intervenir un engin doté de treuil et câble,

- l'abattage classique, avec coin et merlin, reste évidemment possible, à condition que l'on ait la certitude de maîtriser l'opération.

## 6 – Comment opérer en abattage mécanisé

### •61 – La capacité de la machine et ses possibilités d'abattage directionnel

Les machines de bûcheronnage ont une capacité d'abattage, en diamètre à la souche, variant de 40 à 70 cm, voire plus. Le couple de levage de leur grue se situe, selon les modèles, entre 10 et 20 tonnes x mètres.

Grâce au rotator, leur tête peut prendre diverses positions sur le pied de l'arbre et permettre ainsi un abattage directionnel précis.

Lorsqu'il a saisi l'arbre, le conducteur le met légèrement en tension, en poussant avec la grue en direction du sens de chute désiré. Il réalise systématiquement cette manœuvre car elle évite le coincement du guide chaîne en fin de coupe. L'abattage directionnel est donc une opération habituelle qui ne pose aucun problème sur les arbres petits et moyens.

Par sa capacité de manutention, la machine est également capable de redresser un arbre à condition qu'il soit de diamètre inférieur à sa capacité nominale et que son penchant ne dépasse pas un angle d'environ 20 %. Au-delà, l'opération devient plus aléatoire et ne peut être retenue aux abords d'une ligne électrique (l'arbre peut échapper de la tête malgré l'effort de serrage des couteaux et rouleaux).

La machine peut aussi saisir l'arbre à quelques mètres de hauteur grâce à la portée de sa grue et le couper à ce niveau. Cette opération est courante dans les parcelles de chablis sur des arbres à demi déracinés (la machine tronçonne l'arbre sous tension puis redresse le pied et la souche pour le façonner). Elle peut s'avérer intéressante sur des arbres tordus ou fourchus. En élevant le niveau de coupe, attention à ne pas positionner la grue dans la zone de risque électrique.

Les machines fonctionnent en résineux mais peuvent servir à l'abattage de feuillus dont le houppier est peu volumineux. Il faut alors souvent prévoir le façonnage manuel de l'arbre abattu.

### •62 – L'accès en sécurité aux arbres à abattre

On a vu aux § 3 et 4 que la grue d'une machine de bûcheronnage en position de travail atteignait fréquemment 5 à 7 m de hauteur et que sa portée est généralement de 7 à 12 m. Il est donc impossible de faire évoluer la machine dans l'emprise sous la plupart des lignes BT et MT en respectant les distances de sécurité de 3 m ou 5 m.

La seule solution est de faire passer la machine à l'intérieur du peuplement en lui organisant un parcours parallèle à l'emprise de la ligne ce qui suppose que :

- l'on dispose d'espaces suffisants (couloirs de cloisonnement ou éclaircies fortes),
- le terrain soit compatible avec les capacités de franchissement de la machine (pente < 25 à 30 % et peu d'obstacles),
- la machine puisse se positionner dans le sens de la pente (ne pas travailler en devers pour bénéficier d'une bonne stabilité).

La machine peut abattre parallèlement à la ligne électrique ou vers l'intérieur du peuplement, selon la taille des arbres et leur penchant.

Il est exclu de faire passer la machine dans l'emprise des lignes, au raz des arbres, parce que :

- sa grue peut pénétrer dans la zone de risque par inattention du conducteur,
- les bois façonnés seront ensuite repris par un porteur dont la grue présente à peu près les mêmes dimensions donc les mêmes risques électriques.



*Cette tête de bûcheronnage tient solidement l'arbre à abattre avec ses couteaux pinces et ses rouleaux à picots. En appuyant avec sa grue le conducteur va l'orienter vers l'avant.*

### ●63 – L'organisation du chantier

Elle est donnée par la figure 2 page suivante qui montre la machine :

- progressant à l'intérieur du peuplement, parallèlement à l'emprise de la ligne,
- abattant sur sa droite, donc coté opposé à la ligne, selon des angles que choisit le conducteur en fonction des trouées,
- déposant les bois façonnés sur sa droite afin qu'ils soient éloignés de ligne et n'exposent pas le débardeur au risque électrique lorsqu'il empruntera le même parcours.

Les points à retenir pour le bûcheronnage mécanisé :

- pour les arbres penchant vers la ligne et de diamètre supérieur à 40 cm, ne pas utiliser de machines de bûcheronnage mais faire appel à un engin équipé d'un treuil et d'un câble,
- ne pas travailler avec un engin à grue dans la zone d'emprise des lignes électriques,
- observer attentivement la situation pour choisir judicieusement les parcours, les directions d'abattage, la position des bois façonnés.

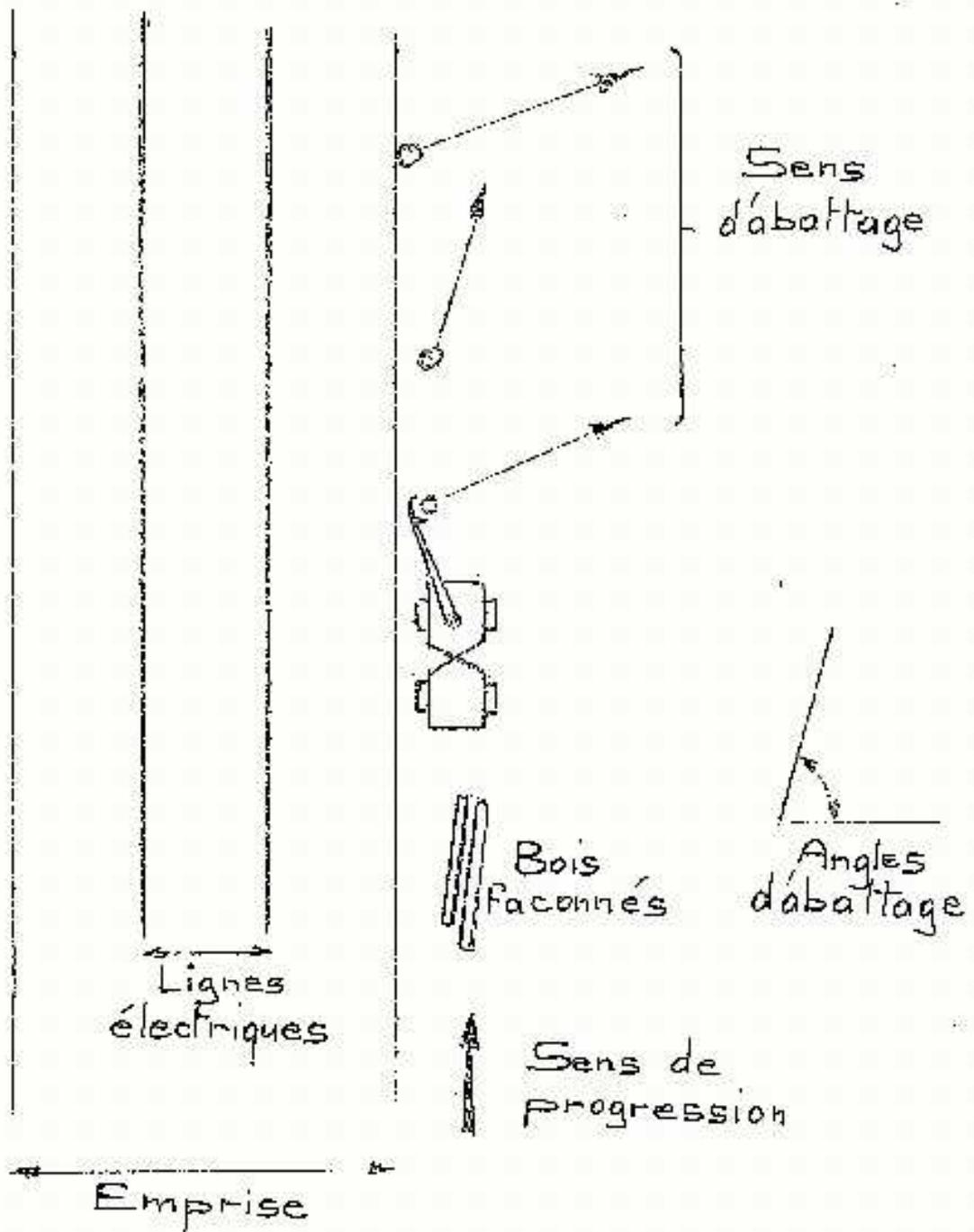


Fig 2  
 Organisation de l'abatage mécanisé

## 7 – Le débardage des bois, le stockage, le transport

L'abattage des bois, objet de ce document, vise des arbres pouvant atteindre plusieurs dizaines de m de hauteur donc potentiellement à risques vis-à-vis de lignes électriques proches.

Mais, aux dires des milieux professionnels, il semble y avoir régulièrement des incidents avec 2 types de matériels pourvus d'une grue :

- les porteurs qui assurent le débardage des bois courts,
- les camions qui chargent ces bois en bord de route ou des grumes en toutes longueurs débardées par des débusqueurs.

Le stockage de bois sous les lignes électriques est proscrit par tous les donneurs d'ordres sérieux. Mais cette consigne n'est pas totalement respectée et il n'y a probablement pas toujours d'autres choix en particulier dans les zones à parcelles morcelées et fort relief. Par ailleurs, il est possible que des porteurs ou camions arrachent une ligne non pas lors de manutentions mais lors d'un passage sous la ligne avec une grue qui n'a pas été repliée ou déposée à plat sur le chargement.

Des consignes de bonnes pratiques seraient également à préciser et faire connaître dans ce domaine.



*Pour charger la semi remorque, ce petit porteur doit soulever ses grappins de billons au dessus des ranchers qui culminent à une hauteur de l'ordre de 3,50 à 4 m.*

## 8 – Les organismes et documents à consulter

Tout d'abord les sites internet et la documentation papier des organismes suivants :

des gestionnaires du réseau :

- RTE (RTE.com)
- ERDF (ERDFDistribution.fr)
- ainsi que « [sousleslignes-prudence.com](http://sousleslignes-prudence.com) »

des organismes de prévention

MSA (MSA.fr)

Voir en particulier les fascicules Santé sécurité liés aux travaux agricoles sous lignes électriques

INRS (INRS.fr)

du centre technique FCBA (FCBA.fr)

Voir en particulier :

- « Manuel d'exploitation forestière tome 1 »
- « Matériels et méthodes de travail » de la collection AFOCEL « Exploitation forestière » classeur pédagogique
- « Fiches techniques bûcheron » du FAFSEA/Organismes forestiers d'Aquitaine