

# Table des matières

Préface .....	5
Liste des abréviations .....	10
Introduction générale .....	11

## Chapitre 1 : La biomasse lignocellulosique

1.1. Caractéristiques générales .....	13
1.2. La biomasse proprement dite .....	18
1.2.1. Produits et co-produits forestiers .....	18
1.2.2. Produits et co-produits de l'agriculture .....	18
1.2.3. Sous-produits de l'industrie papetière .....	19
1.2.4. Déchets urbains .....	20

## Chapitre 2 : Procédé de bioconversion en éthanol

2.1. Schéma général .....	21
2.2. Prétraitements .....	23
2.2.1. Hydrolyse acide .....	24
2.2.2. Thermohydrolyse .....	26
2.2.3. Explosion à la vapeur .....	28
2.2.4. Prétraitement alcalin .....	29
2.2.5. Comparaison des différents prétraitements .....	31
2.2.6. Hydrolyse enzymatique .....	31
2.3. Souches et métabolisme fermentaire .....	37
2.3.1. Sucres à 6 atomes de carbone .....	37
2.3.2. Sucres à 5 atomes de carbone .....	38
2.4. Fermentation éthylique .....	39
2.4.1. Métabolisme des hexoses .....	39
2.4.2. Métabolisme des pentoses .....	44
2.4.3. Fermentation du pyruvate .....	45
2.5. Récupération de l'éthanol .....	47
2.5.1. Distillation .....	47
2.5.2. Rectification .....	48
2.5.3. Déshydratation .....	49
2.6. Processus d'intégration .....	50
2.7. Valorisation des co-produits .....	54

2.7.1. Les alcools supérieurs .....	54
2.7.2. La lignine .....	54
2.7.3. Le furfural .....	54
<b>Chapitre 3 : Procédé de co-génération .....</b>	<b>57</b>
<b>Chapitre 4 : Potentialités pour la Région wallonne</b>	
4.1. Ressources en biomasse .....	59
4.2. Filières de transformation .....	60
4.3. Filières de commercialisation .....	61
<b>Chapitre 5 : Exemples de biomasse d'intérêt</b>	
5.1. Les copeaux de bois et autres co-produits forestiers .....	63
5.2. Le miscanthus .....	64
5.3. Cultures sur terrain pollué .....	66
<b>Chapitre 6 : Autres filières bioénergétiques</b>	
6.1. Bioéthanol à partir de betterave et de céréales .....	69
6.1.1. La betterave sucrière et les autres plantes saccharifères .....	69
6.1.2. Le blé et les autres plantes amylacées .....	71
6.2. Biodiesel à partir d'huiles végétales .....	74
6.3. Autres biocarburants (méthane, hydrogène, ...) .....	75
<b>Chapitre 7 : Aspects économiques</b>	
7.1 Caractéristiques générales des filières de production de bioéthanol .....	79
7.2. Rendements attendus .....	80
7.2.1. Les feuillus en tant que matière première .....	80
7.2.2. Les résineux en tant que matière première .....	84
7.2.3. Les graminées en tant que matière première .....	88
7.2.4. Récapitulatif des rendements de production .....	95
7.3. Le coût de production .....	96
7.4. Analyse comparative vis-à-vis des autres filières .....	97
7.5. Impacts économiques d'une production de bioéthanol .....	98
<b>Chapitre 8 : Aspects environnementaux</b>	
8.1. Bilans énergétiques .....	99
8.2. Gaz à effet de serre .....	100
8.3. Problèmes environnementaux .....	100

---

8.4. Biodiversité .....	102
<b>Chapitre 9 : Entreprises de transformation de biomasse en bioéthanol</b>	
9.1. Amérique .....	103
9.1.1. Canada .....	103
9.1.2. États-Unis .....	105
9.2. Europe .....	106
9.2.1. Danemark .....	106
9.2.2. Espagne .....	107
9.2.3. Pays-Bas .....	108
9.2.4. Suède .....	109
9.3. Récapitulatif des principales entreprises .....	112
<b>Chapitre 10 : Conclusion générale</b> .....	113
Références bibliographiques .....	115
Liste des tableaux .....	125
Liste des figures .....	126