

LE DÉVELOPPEMENT DES BIOCARBURANTS (Aspects techniques)

Patrick CHAPOUTOT



LE DÉVELOPPEMENT DES BIOCARBURANTS

(Aspects techniques)

PLAN

- **Les procédés de 1^{ère} génération**
- **Les tonnages produits et à venir**
- **La valeur des coproduits générés**
- **Impacts sur les bilans MP**
- **Bilans environnementaux**
- **Les technologies futures**

Voir aussi :

Congrès AFTAA - mars 2007

Congrès ARVALIS - septembre 2007

Dossier de l'Élevage N°373, IE - Décembre 2007

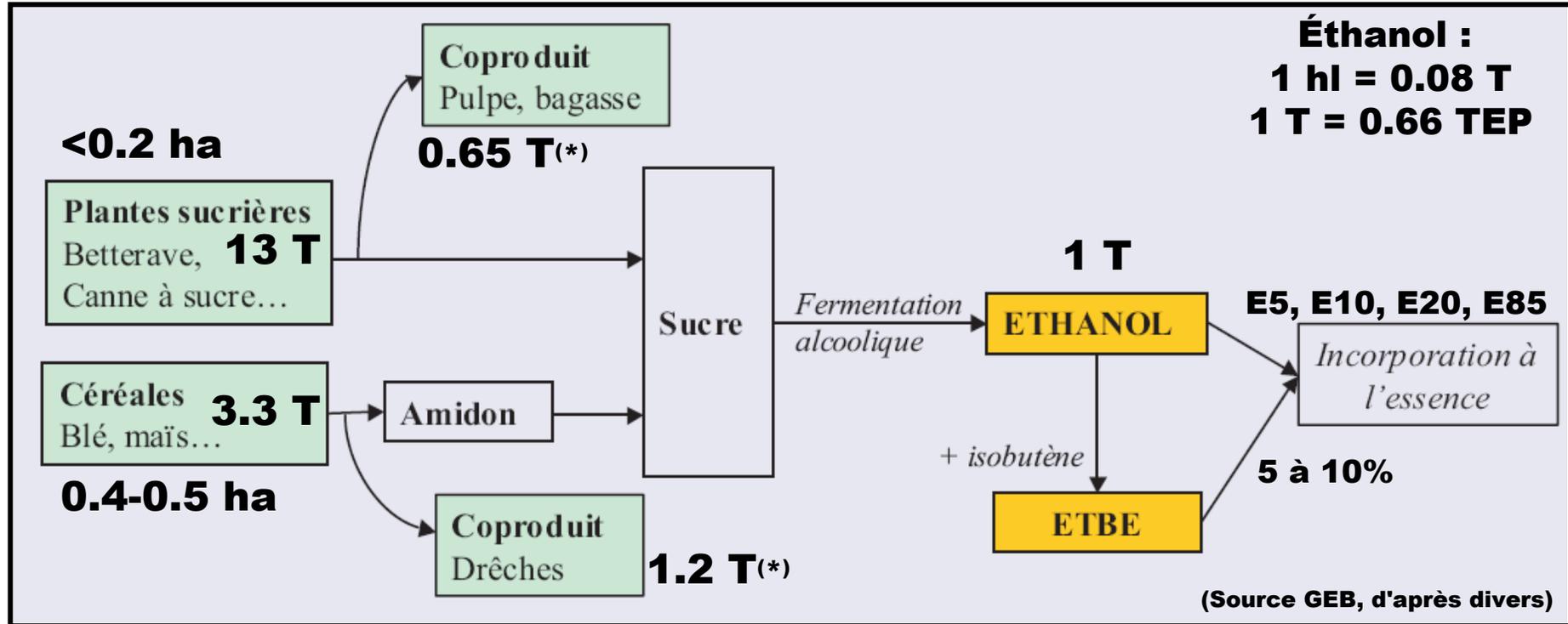


**LES
PROCÉDÉS
DE 1^{ère}
GÉNÉRATION**

**Filière bioéthanol
Filière biodiésel**

LES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION D'ÉTHANOL-CARBURANT

(d'après Institut de l'élevage, 2007 et divers)



(*) pulpes et drêches déshydratées

(ETBE : éthyl-tertio-butyl-éther)

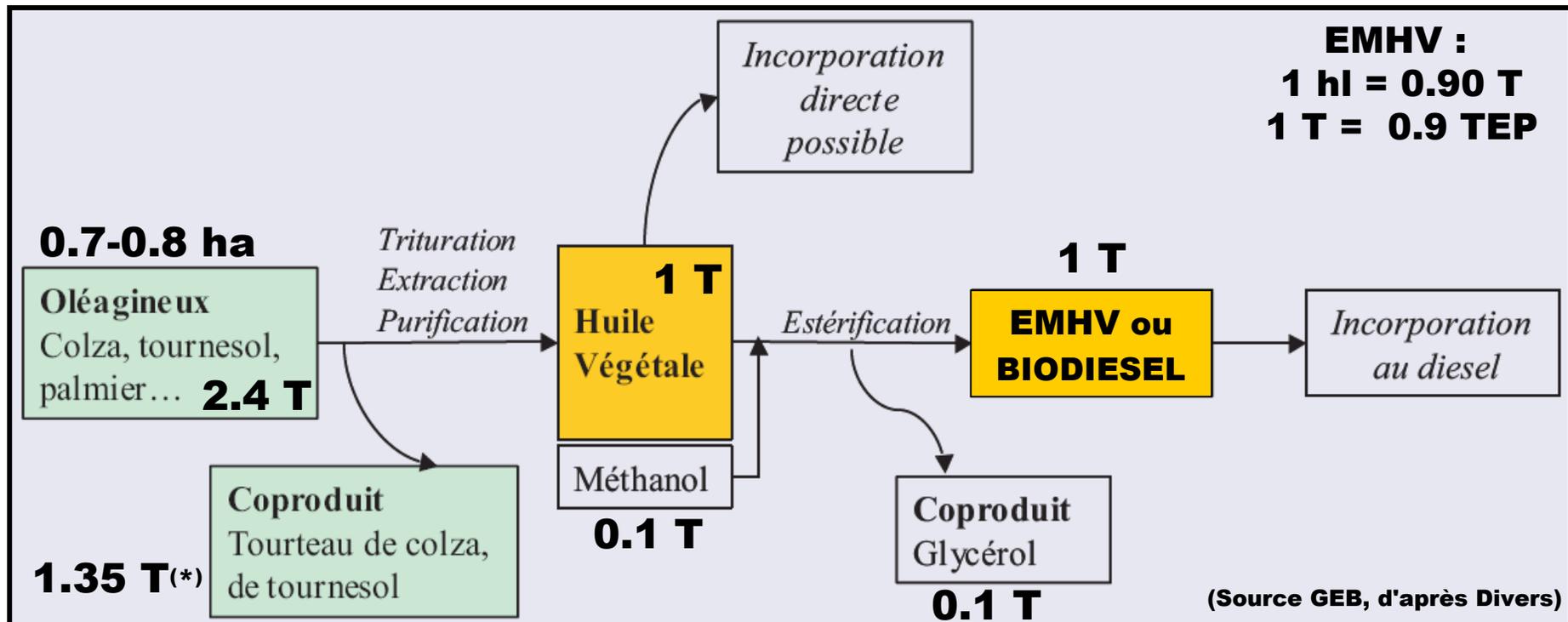
1 T Blé => 0.3 T (3.7 hl) Éthanol + 0.35 T Drêches déshy.

1 T Betterave => 80 kg (1 hl) Éthanol + 50 kg Pulpe déshy.

(Rendements assez voisins entre Blé/Maïs et Betterave/Canne)

LES TECHNOLOGIES DE PRODUCTION DE BIODIÉSEL

(d'après Institut de l'élevage, 2007 et divers)



(*) déshydraté

(EMHV : ester méthylique d'huile végétale)

1 T Gr. Colza => 0.4 T (3.3 hl) Éthanol + 0.55 T Tourteau + 42 kg Glycérine
(Rendements assez voisins entre Colza et Tournesol)

Autres possibilités : EEHV : ester d'éthanol ; EMHA (graisses animales)



**LES
TONNAGES
PRODUITS**

LA PRODUCTION D'ÉTHANOL DANS LE MONDE

2005 (1)

36 MT

dont **27 MT (75%)**
éthanol-carburant

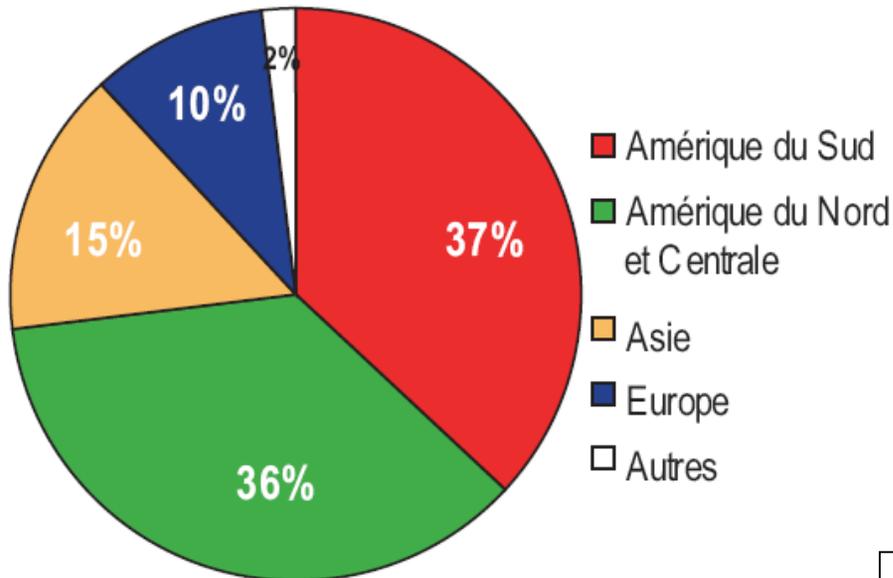
(+10%)

(+19%)

2006 (2)

40 MT

dont **32 MT (80%)**
éthanol-carburant



USA	16.2 MT	40%
Brésil	13.2 MT	33%
Chine	3.1 MT	9 %
UE	2.7 MT	7%

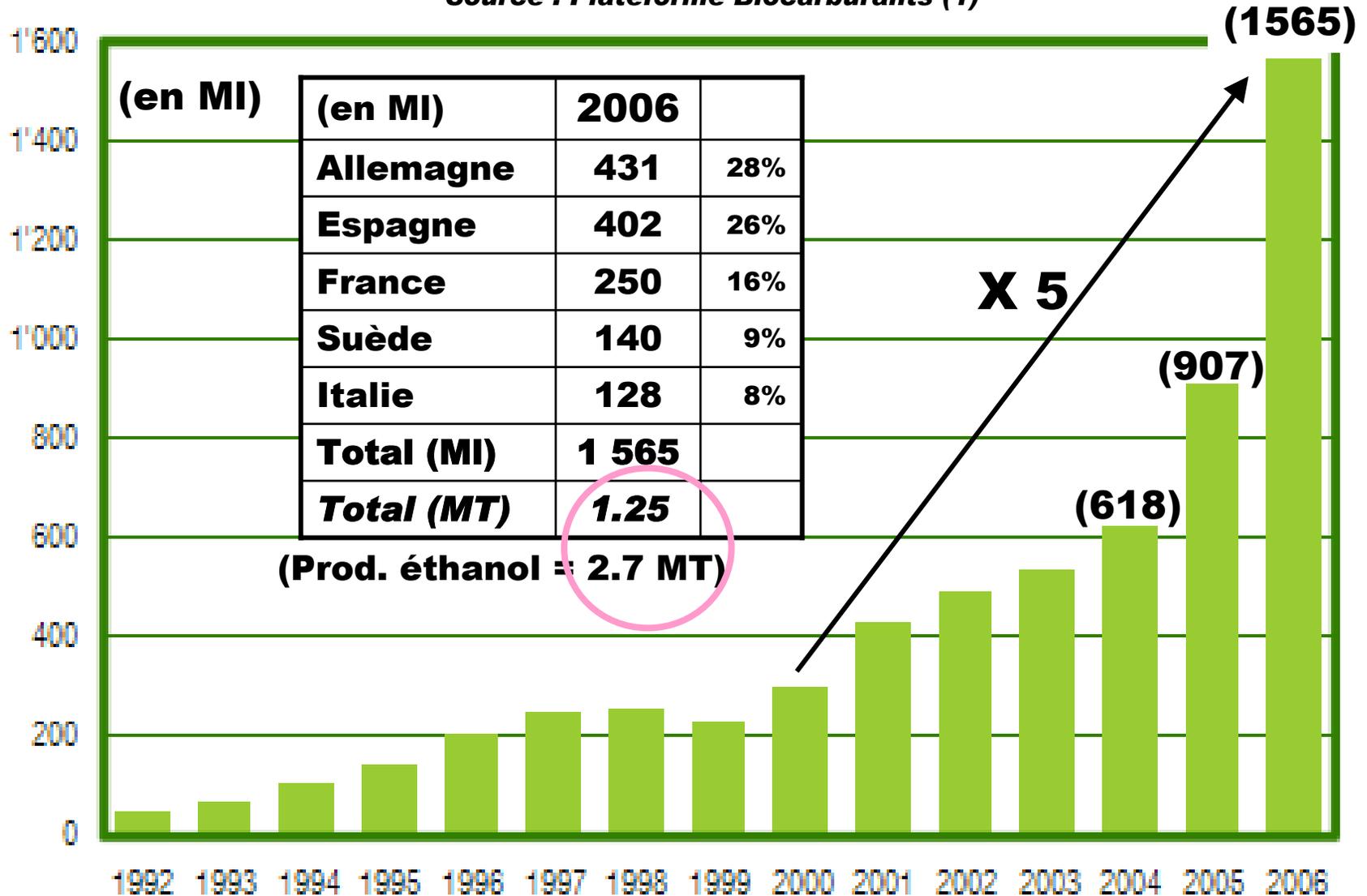
Prod(2006) = Prod(2000) X 1.7

(1) = *Institut de l'élevage, 2007 (d'après IFP)*

(2) = *<http://www.bioethanolcarburant.com/index.php?Le-bioethanol-dans-le-monde> (mars 2008)
(d'après F.O. Licht, CEDUS)*

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DE BIOÉTHANOL EN EUROPE

Source : Plateforme Biocarburants (1)



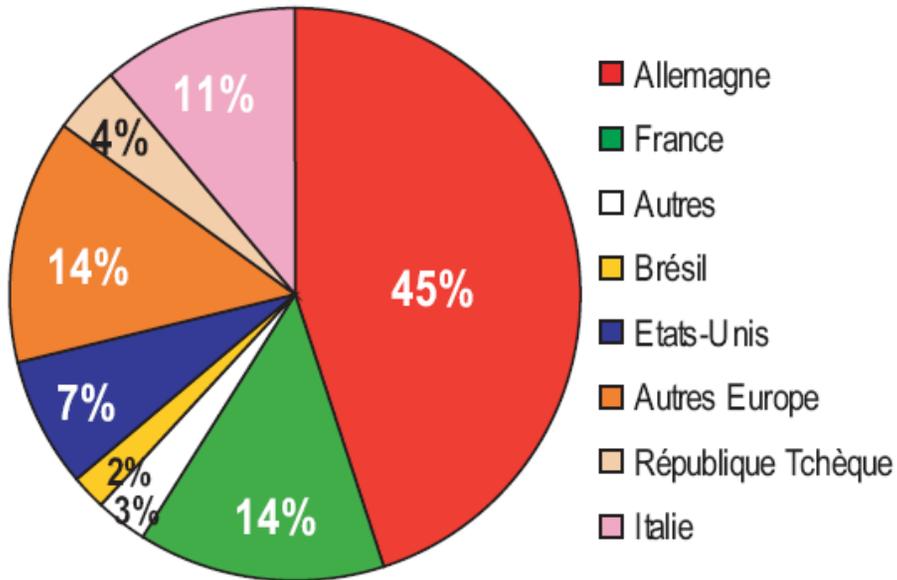
(1) <http://www.eners.ch/plateformelinfosleu-bioethanol.php> (mars 2008)

LA PRODUCTION DE BIODIESEL DANS LE MONDE

Source : Institut de l'élevage, 2007 (d'après IFP)

2005

4 MT



2006

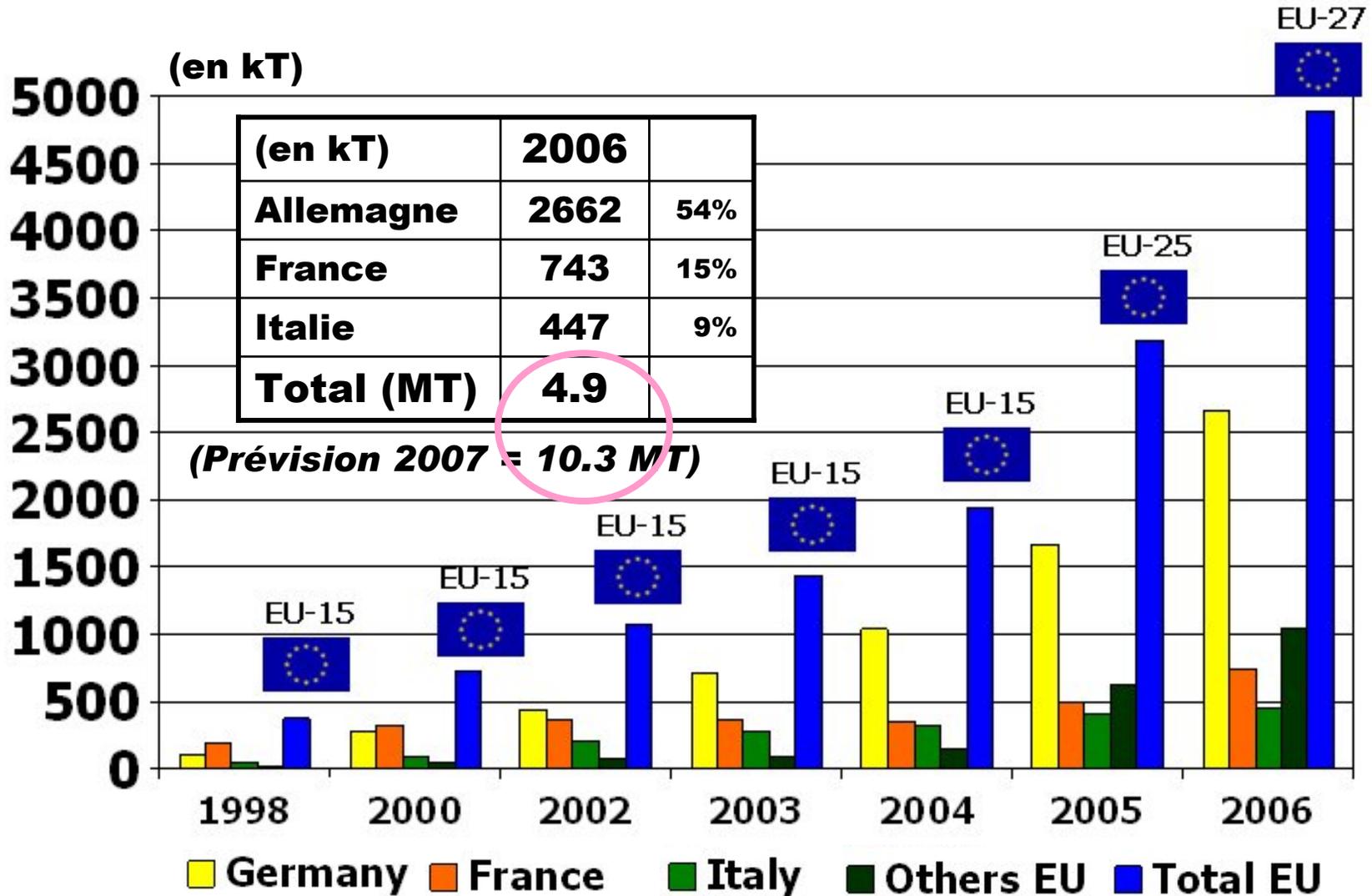
5 MT (?)

6-6.5 MT d'après EBB et IFP

USA	14 %
Europe	75 %
Allemagne	42 %
France	10 %
Italie	9 %

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DE BIODIÉSEL EN EUROPE

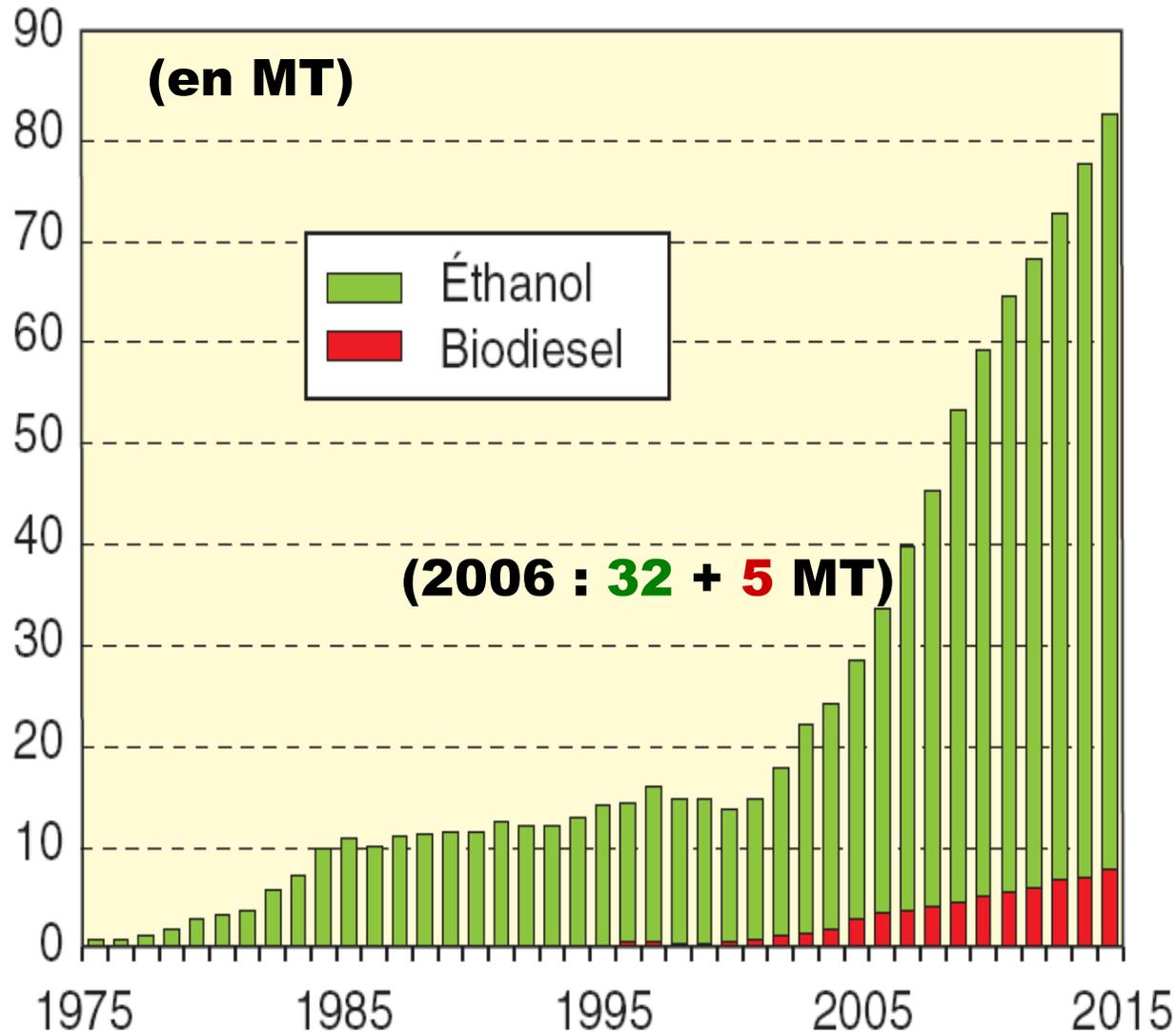
Source : d'après EBB, European Biodiesel Board (1)



(1) <http://www.ebb-eu.org/stats.php> (mars 2008)

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTION DE BIOCARBURANTS DANS LE MONDE

(source : IFP – Panorama 2007)





**LES
TONNAGES
A VENIR
EN FRANCE
?**

LA POLITIQUE VOLONTARISTE DES POUVOIRS PUBLICS FRANÇAIS

Objectifs d'incorporation des biocarburants (1)	2005	2008	2010	2015	2020
Europe (Directive 2003/30/CE)	2 %	4.25 %	5.75 %	8 %	10 %
France (Loi finance 2006)	1.2 % (consommé)	5.75 %	7 %	10 %	

(1) Équivalence énergétique/essence (litre/litre) : biodiésel = 1.1/1 ; bioéthanol = 1.5/1

Consommation carburants FR 2010 : 32.7 MT (GO) et 8.5 MT (essence)
incorporation FR 2010 : 25 MT (biodiésel) et 0.9 MT (bioéthanol)

Agréments cumulés (MT)	Biodiésel	Bioéthanol	Total
UE 2008	2.3	0.9	3.2
UE 2010	3.2	1.1	4.3
Usines France 2010	2.8	1.1 (*)	3.9

(d'après ADEME, DGEMP-DIREM)

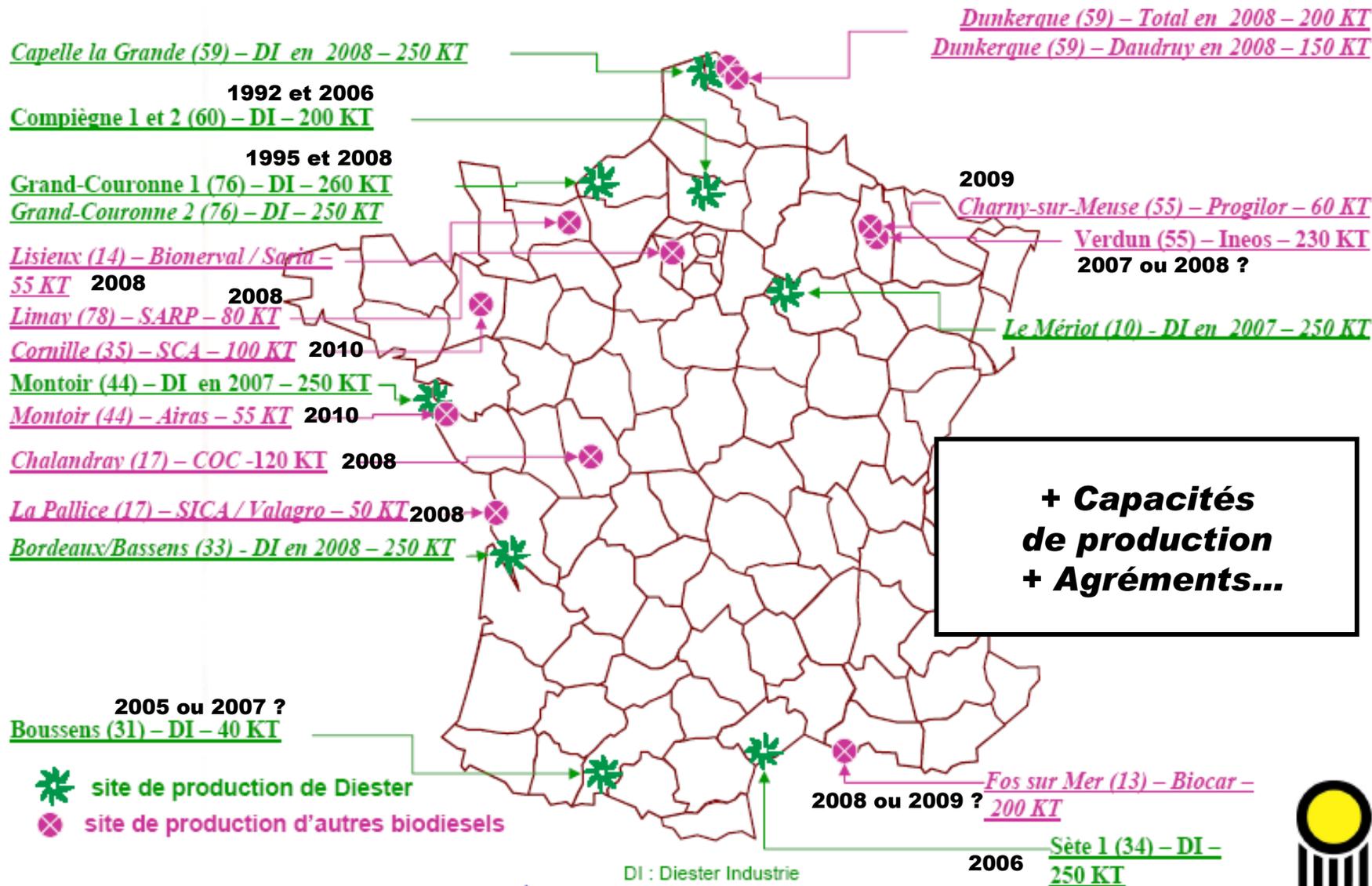
(*) ETBE=0.2 ; Éthanol=0.9

Dispositif fiscal FR :

- **Exonération de la TIC** (Taxe Intérieure de Consommation, ex TIPP)
2007 : Biodiésel = 25 €/hl Bioéthanol = 33 €/hl
- **Supplément de la TGAP** (Taxe Générale sur les Activités Polluantes)
si incorporations < objectifs fixés
- **Mesures supplémentaires sur véhicules flexibles** (essence + E85)

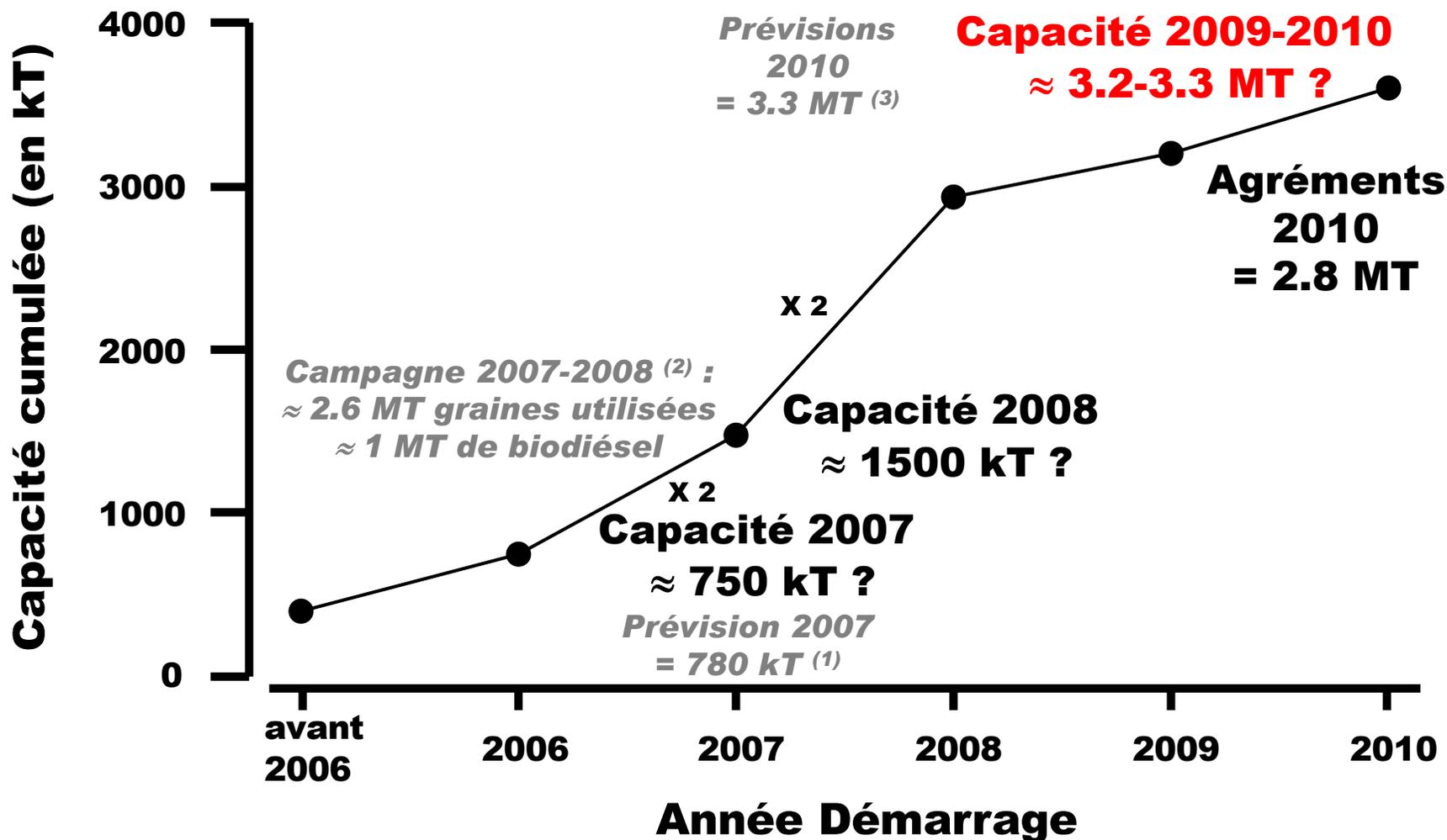
CAPACITÉS ACTUELLES ET FUTURES DES USINES DE BIODIÉSEL EN FRANCE

(d'après Evrard, 2007 ; DGEMP-DIREM, 2007 ; Institut de l'élevage, 2007)



ÉVOLUTION DE LA CAPACITÉ DE PRODUCTION DES USINES DE BIODIÉSEL EN FRANCE

(d'après Evrard, 2007 ; DGEMP-DIREM, 2007 ; Institut de l'élevage, 2007)



(1) source : EBB (<http://www.ebb-eu.org/stats.php> - mars 2008)

(2) source : Gurtler, 2007

(3) source : Evrard, 2007

TONNAGES DE COPRODUITS DISPONIBLES EN FRANCE ?

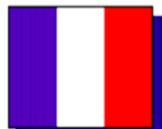
Filière biodiésel – Horizon 2010

- **Capacités usines : 3.2 à 3.2 MT => + 4 MT tourteaux ??**
 - Réalisation à échéance des projets ?
 - Saturation de la capacité des usines ?
 - Dépassement des volumes "agrément" ?
 - Ventilation colza/tournesol ?
 - Importations huiles végétales ?
 - Substitution huiles entre alimentaire/biocarburants ?
 - Flux Import/Export des coproduits ?
- **Disponibilités probables (trituration + biocarburants) :**
 - T. Colza : ≈ 3 MT ⁽¹⁾
 - T. Tournesol : ≈ 1 MT ⁽¹⁾
 - Glycérine : ≈ 0.3 MT

⁽¹⁾ (source : Proléa)

CAPACITÉS ACTUELLES ET FUTURES DES USINES D'ÉTHANOL EN FRANCE

(d'après SNPAA, 2007 ; DGEMP-DIREM, 2007 ; Institut de l'élevage, 2007)



NOUVELLES UNITÉS

TEREOS

Origny (02)

accordé : = 70 Kt

Projet = 240 Kt

Ouvert en octobre 2006

TEREOS

Lillebonne (76)

accordé : 160 Kt

Projet = 240 Kt

Ouvert en juin 2007

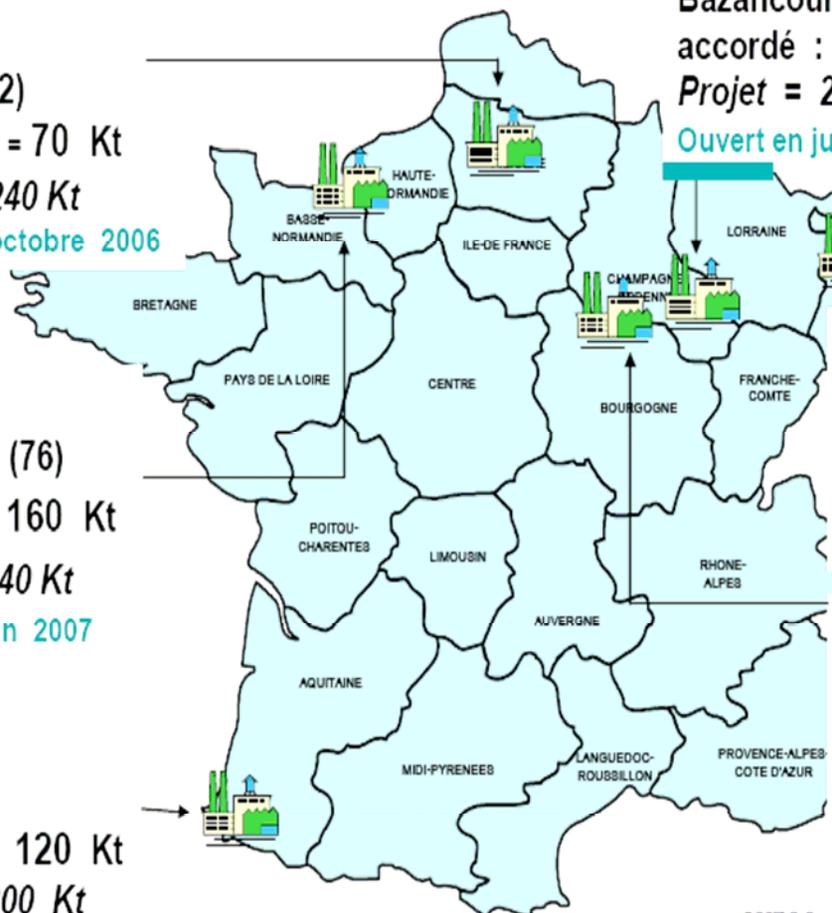
ABB

Lacq (64)

accordé : 120 Kt

Projet = 200 Kt

Ouverture : fin 2008



CRISTAL UNION

Bazancourt (51)

accordé : 167,5 Kt

Projet = 280 Kt

Ouvert en juin 2007 (120 kt)

Unité 2 : en 2008 (160 kt)

ROQUETTE

Beinheim (68)

accordé : 95 Kt

Projet = 160 Kt

Ouverture : début 2008

SOUFFLET

Nogent / S. (10)

accordé : 80 Kt

Projet = 160 Kt

Ouverture : fin 2008

Nouvelles unités 2010 (kT)	
Agréments	693
Capacités	1 280

+ 3 Unités anciennes	
Capacités 2010 (kT)	
Arcyl/Aube	120
Provins	20
Nesle	50
Total	190

300 ?



+ 11 autres usines : Agréments 2010 = 147 kT

ÉVOLUTION DES CAPACITÉS DE PRODUCTION D'ÉTHANOL EN FRANCE

Campagne 2006/2007 : *(d'après SNPAA, 2007)*
8 M hl d'éthanol (640 kT)
 6.7 M hl de betterave (84 %)
 1.3 M hl de céréales (16 %)
 => +3 M hl usage carburant (+250 kT)

Capacité cumulée horizon 2010 (en kT)	
Fin 2006	430
Fin 2007	830
Fin 2008	1 470

) x 2

) x 2

Tonnages "potentiels" 2010	
480	Betterave
790	Blé
160	Maïs
40	Vin

Agréments 2010 = 1.1 MT

33%

53%

11%

480

790

160

40

Betterave

Blé

Maïs

Vin

≈ +0.3 MT pulpes Bett.

≈ +1.0 MT drêches Blé

≈ +0.2 MT drêches Maïs

(d'après SNPAA, 2007 ; DGEMP-DIREM, 2007 ; Institut de l'élevage, 2007)

TONNAGES DE COPRODUITS DISPONIBLES EN FRANCE ?

Filière bioéthanol – Horizon 2010

- **Capacités usines : 1.5 MT éthanol**

- **Réalisation à échéance des projets industriels ?**
- **Saturation de la capacité des usines ?**
- **Dépassement des volumes "agrément" (autres utilisations ?)**
- **Ventilation Betterave / Blé / Maïs ?**
- **Substitution sucre / éthanol (filière betterave) ?**
- **Flux Import/Export des coproduits ?**

- **Disponibilités probables :**

- **Betterave : \approx pas de pulpes supplémentaires**
- **Blé : \approx 0.8-1 MT de drêches**
- **Maïs : \approx 0.1-0.2 MT de drêches**

A large, orange, multi-pointed starburst shape with a black outline, centered on the page. Inside the starburst, the text "VALEURS DES COPRODUITS" is written in bold, black, uppercase letters.

**VALEURS
DES
COPRODUITS**

QUELLES VALEURS NUTRITIVES DES COPRODUITS DES BIOCARBURANTS

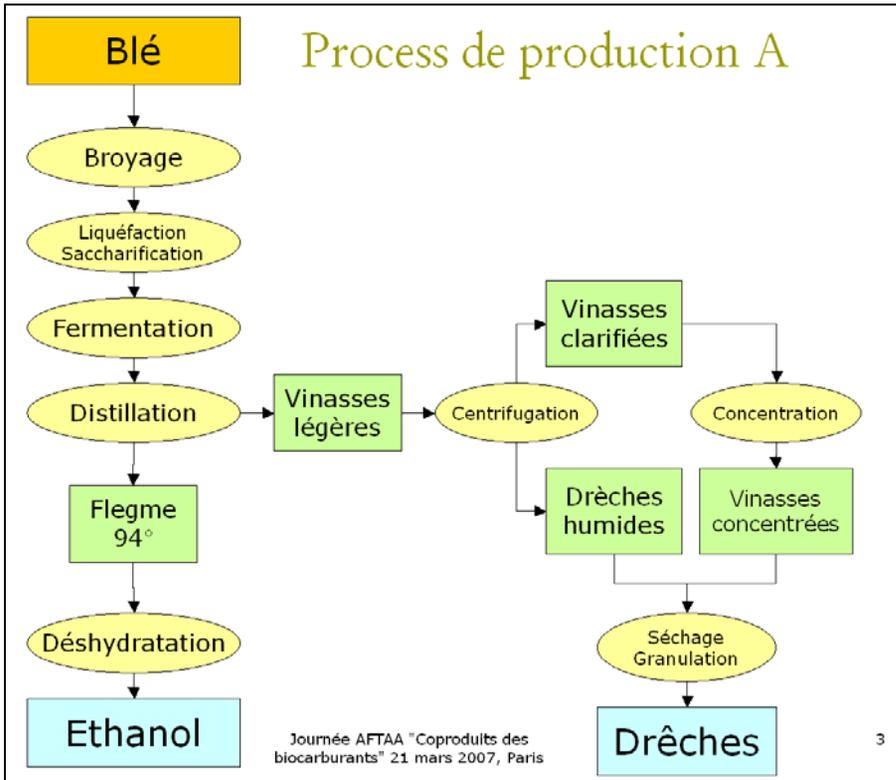
- **Pulpes de betterave**) **MP connues**
- **Tourteau de colza**) **(enquêtes régulières)**

- **Drêches de blé**) **Grande variabilité**
- **Drêches de maïs**) **composition chimique**
- **Glycérol**) **Valeurs nutritionnelles**
à préciser

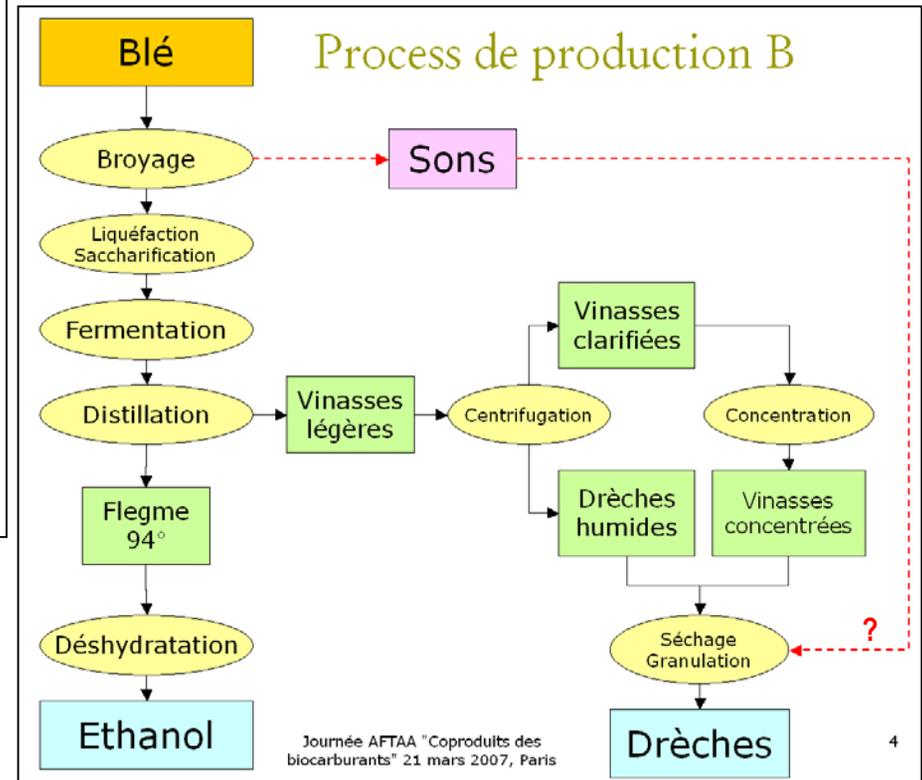
Composition chimique fine ?
Substances indésirables ?

PRODUCTION D'ÉTHANOL DE BLÉ (USINES FRANÇAISES)

(G. TRAN, 2007)



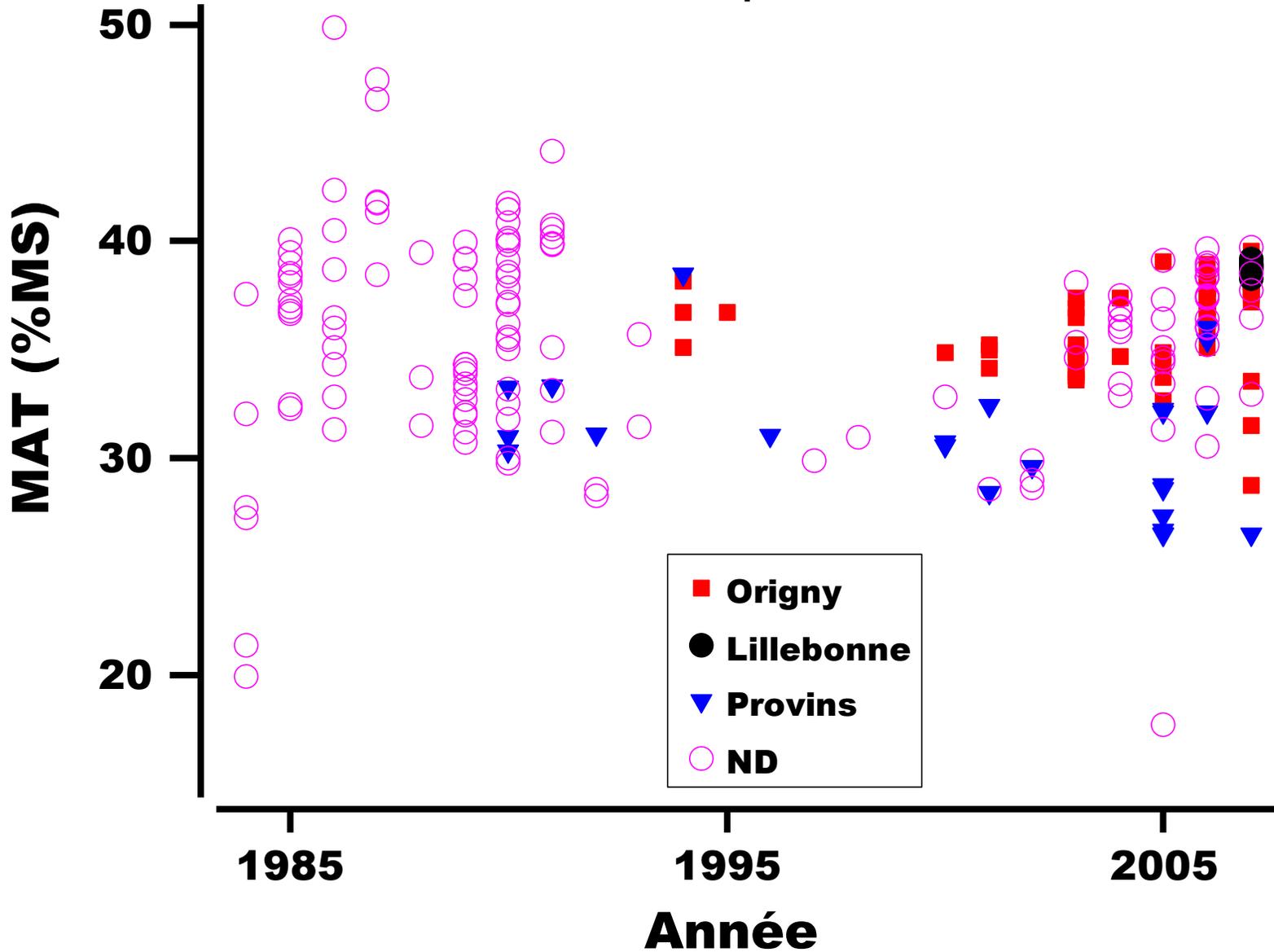
Usines Origny et Lillebonne



Usines Provins et Bazancourt (?)

VARIABILITÉ DE COMPOSITION CHIMIQUE DES DRÊCHES DE BLÉ

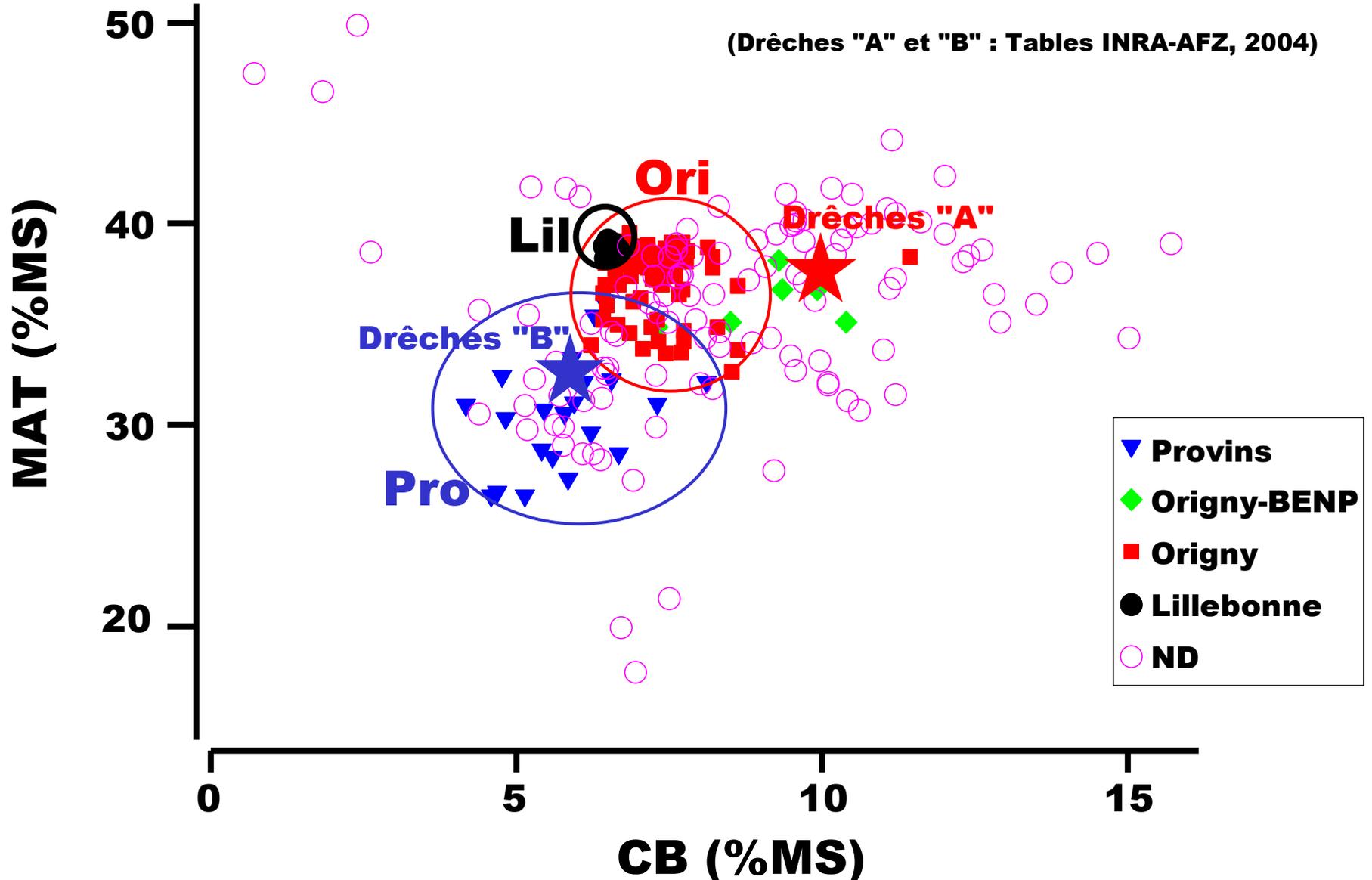
Source : Banque de Données de l'Alimentation Animale, 2008



VARIABILITÉ DE COMPOSITION CHIMIQUE DES DRÊCHES DE BLÉ

(Source : Banque de Données de l'Alimentation Animale, 2008)

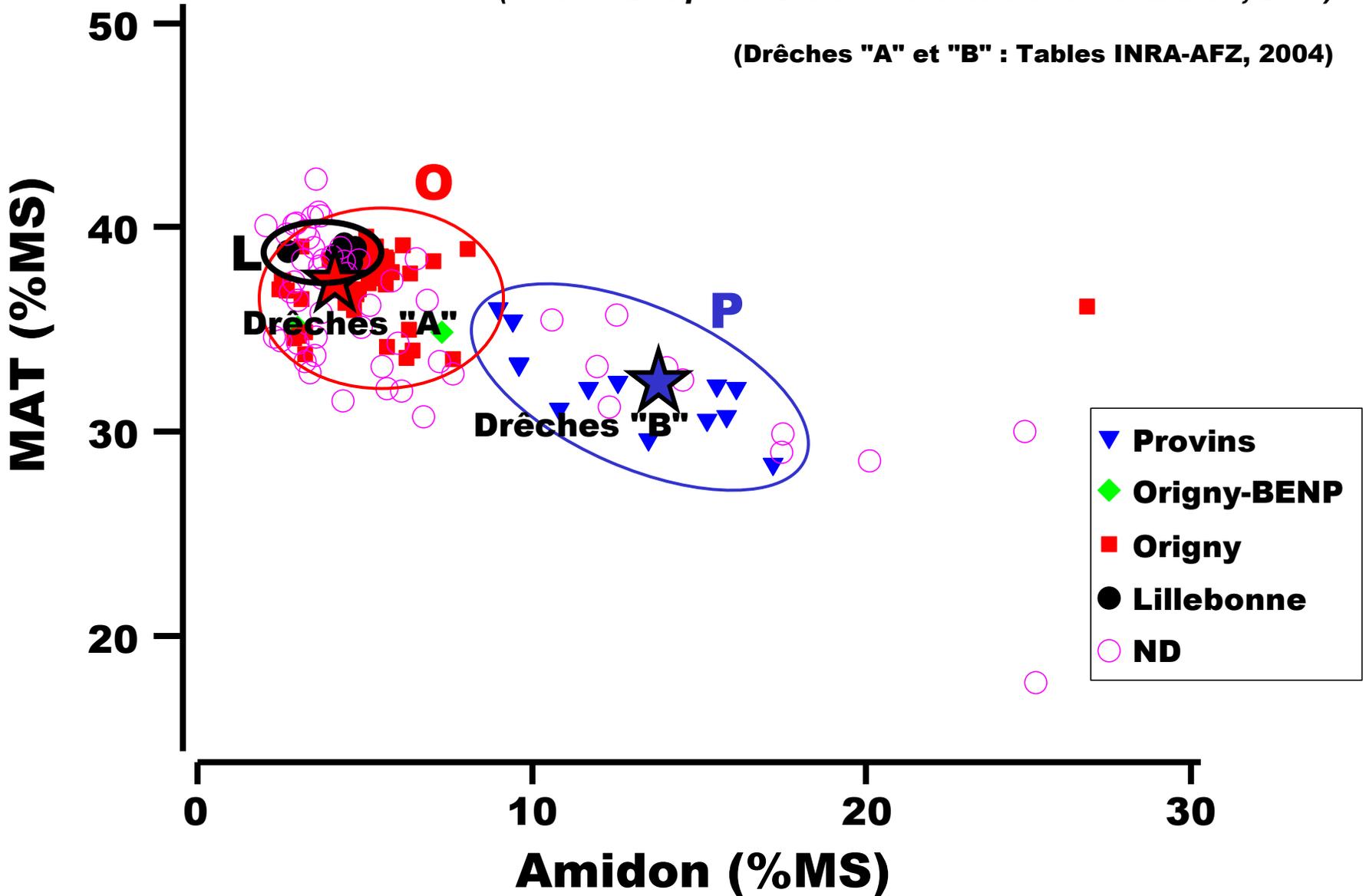
(Drêches "A" et "B" : Tables INRA-AFZ, 2004)



VARIABILITÉ DE COMPOSITION DES DRÊCHES DE BLÉ

(Source : Banque de Données de l'Alimentation Animale, 2008)

(Drêches "A" et "B" : Tables INRA-AFZ, 2004)



COMPARAISON DES DRÊCHES DE BLÉ SELON LES ORIGINES FRANÇAISES

(Source : Banque de Données de l'Alimentation Animale, 2008)

(Drêches "A" et "B" : Tables INRA-AFZ, 2004)

(en %MS)

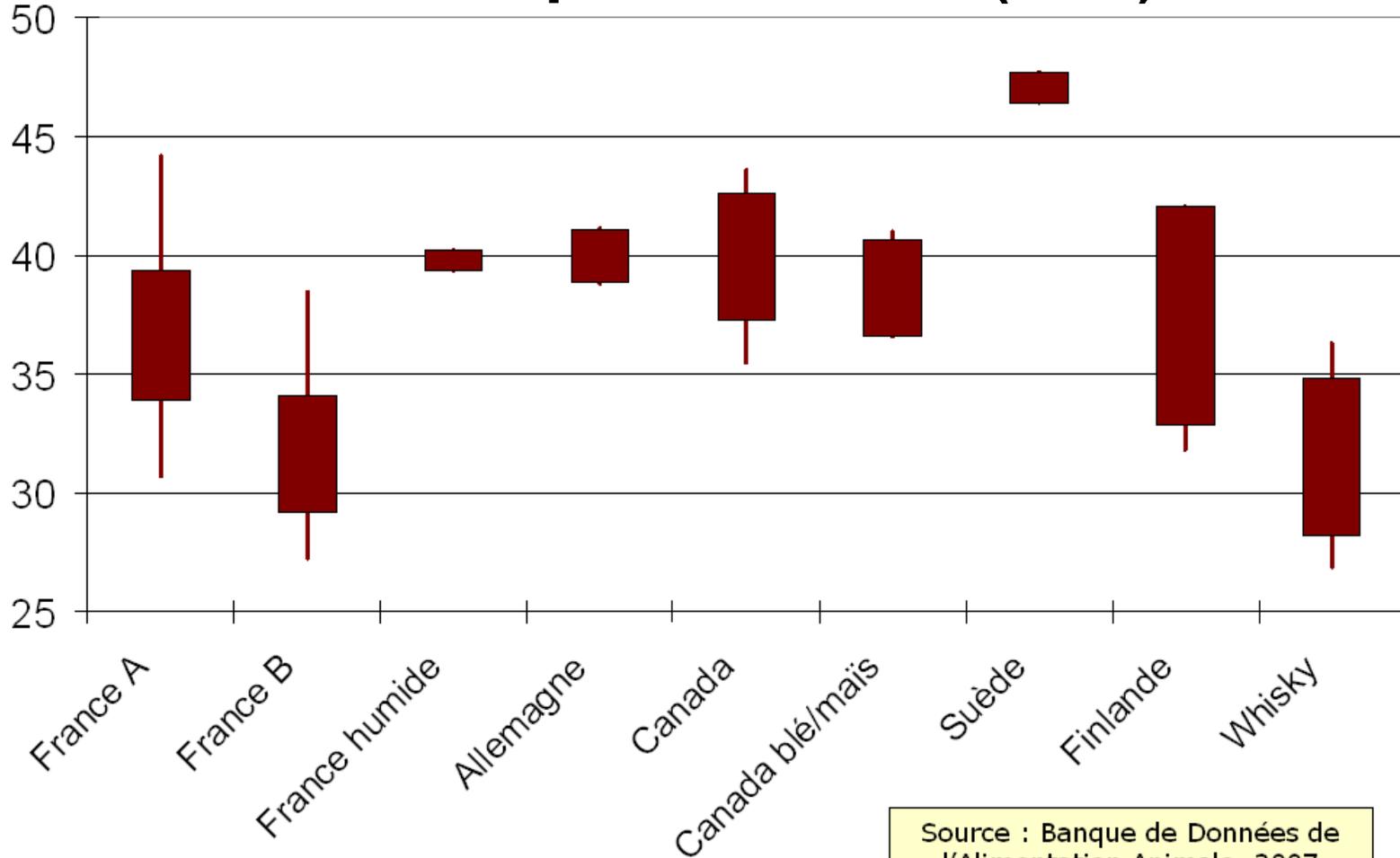
Provenance		MAT			CB			Amidon	
Provins (1990-2007)	(24)	30.8	a	(22)	5.8	a	(13)	12.8	a
Origny-BENP (1994-2007)	(8)	34.6	b	(6)	9.1	b	(2)	5.1	b
Origny (2001-2007)	(84)	37.3	b	(74)	7.3	c	(67)	5.2	b
Lillebonne (2007)	(6)	38.8	b	(6)	6.5	ac	(6)	4.2	b
ETR	(122)	2.1		(108)	0.8		(88)	2.8	
Drêches "A" (INRA-AFZ, 2004)		37.6			10.2			4.2	
Drêches "B" (INRA-AFZ, 2004)		31.6			6.1			13.8	

a, b, c : différences significatives (p<0.05)

VARIABILITÉ DE COMPOSITION CHIMIQUE DES DRÊCHES DE BLÉ SELON LE PAYS D'ORIGINE

(G. TRAN, 2007)

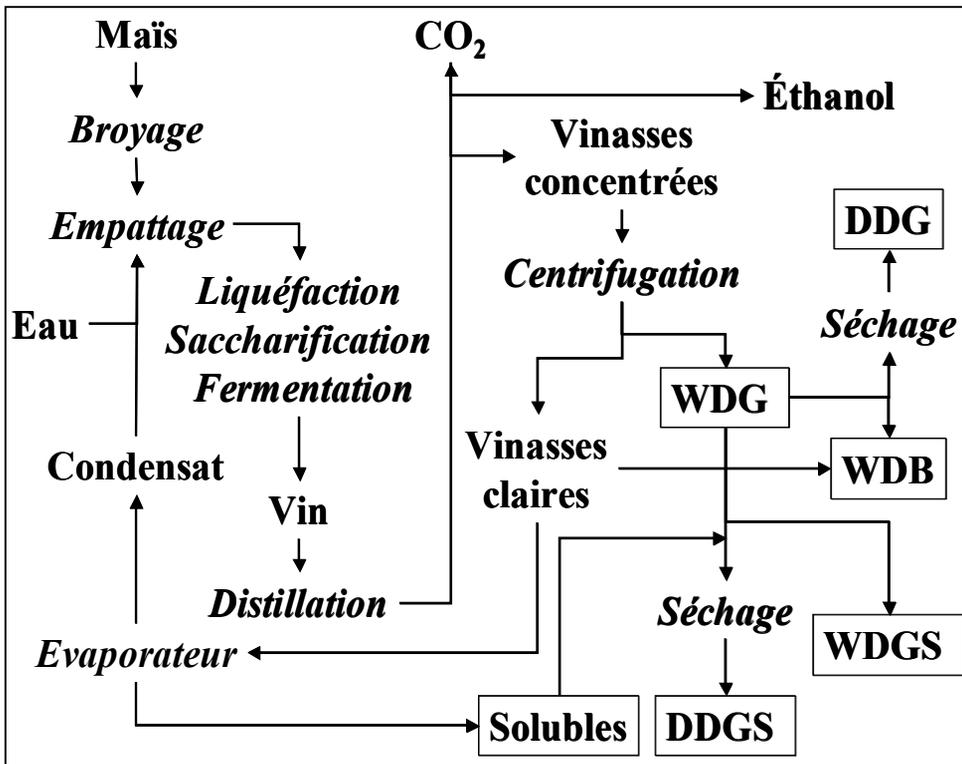
Teneur en protéines brutes (%MS)



Source : Banque de Données de
l'Alimentation Animale, 2007

Journée AFTAA "Coproduits des
biocarburants" 21 mars 2007, Paris

Schéma du process maïs-bioéthanol



LES COPRODUITS DE LA DISTILLERIE DE MAÏS

(Nathan et al., 2007)

Grande variabilité de process technologiques et de composition

Composition chimique (en %MS)

	DDGS	WDGS	DDG	WDG
MS (%)	88 - 93	32 - 49	85 - 93	28 - 36
MAT	28 - 35	26 - 34	20 - 33	25 - 40
MG	8 - 12	11 - 14	7 - 14	7 - 15
NDF	26 - 51	30 - 37	15 - 51	39 - 58
ADF	13 - 17	20	5 - 26	18 - 25
MM	2 - 6	4 - 6	5 - 8	1 - 3
Ca	0,06 - 0,44	0,08 - 0,10	0,20 - 1,25	0,15
P	0,89 - 0,90	0,66 - 0,80	0,54 - 1,80	0,71

Compilation bibliographique

VALEUR NUTRITIVES DES DRÊCHES DE BLÉ

Ruminants

Weiss, Chapoutot (2000)	MAT (%MS)	CB (%MS)	dMO (%) mesurée	DT (%) mesurée
"ORI"	33.2	6.4	79	74
"PRO"	29.1	6.6	80	82

Cabon (2007)	MAT (%MS)	CB (%MS)	dMO (%) estimée*	DT (%) mesurée
"ORI"	35.1	8.5	79	69
"PRO"	32.1	6.1	80	86

* Estimation par mesure degMS sachets

	CB (%MS)	dMO (%) estimée *
"Lillebonne"	7.0	81

* Estimation par équation "céréales" (INRA-AFZ, 2004)

Volailles

Vilarino (2006)	MAT (%MS)	CB (%MS)	Amidon (%MS)	EMAn coq (kcal/kgMS)
"ORI"	35.1	8.5	3.0	2530
"PRO"	32.1	6.1	11.7	2680

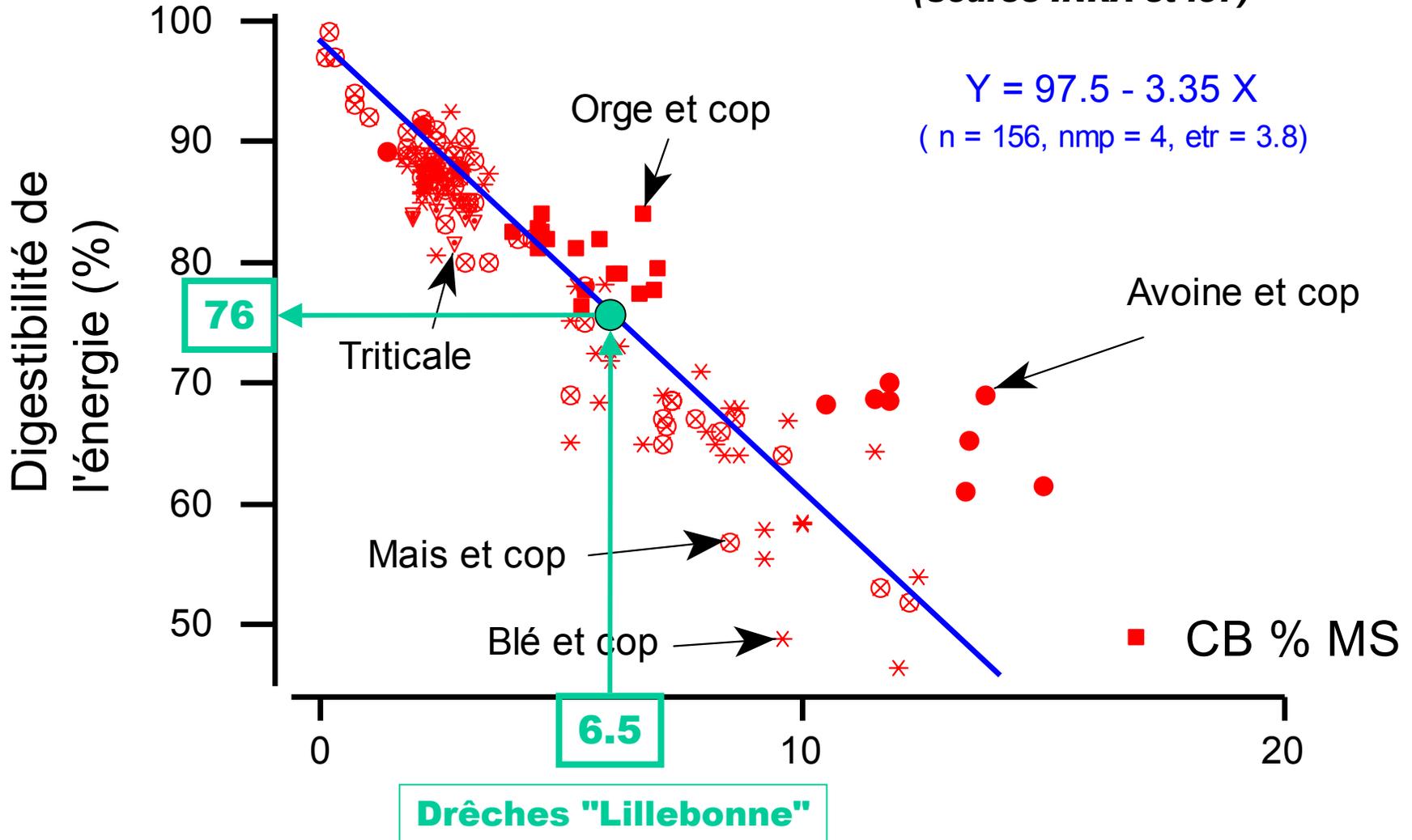
Porcs

DIS Lys (%)	DIS Met (%)
72	85
62	81

INRA-AFZ (2004)	MAT (%MS)	CB (%MS)	Amidon (%MS)	dMO Rum. (%)	DT (%)	EMAn coq (kcal/kgMS)	DIS Lys (%) Porc	DIS Met (%) Porc
"ORI"	37.6	10.2	4.2	74	68	2070	-	-
"PRO"	31.6	6.1	13.8	82	77	2600	66	86

RELATION ENTRE DIGESTIBILITÉ DE L'ÉNERGIE CHEZ LE PORC ET TENEUR EN CELLULOSE BRUTE DES CÉRÉALES ET COPRODUITS

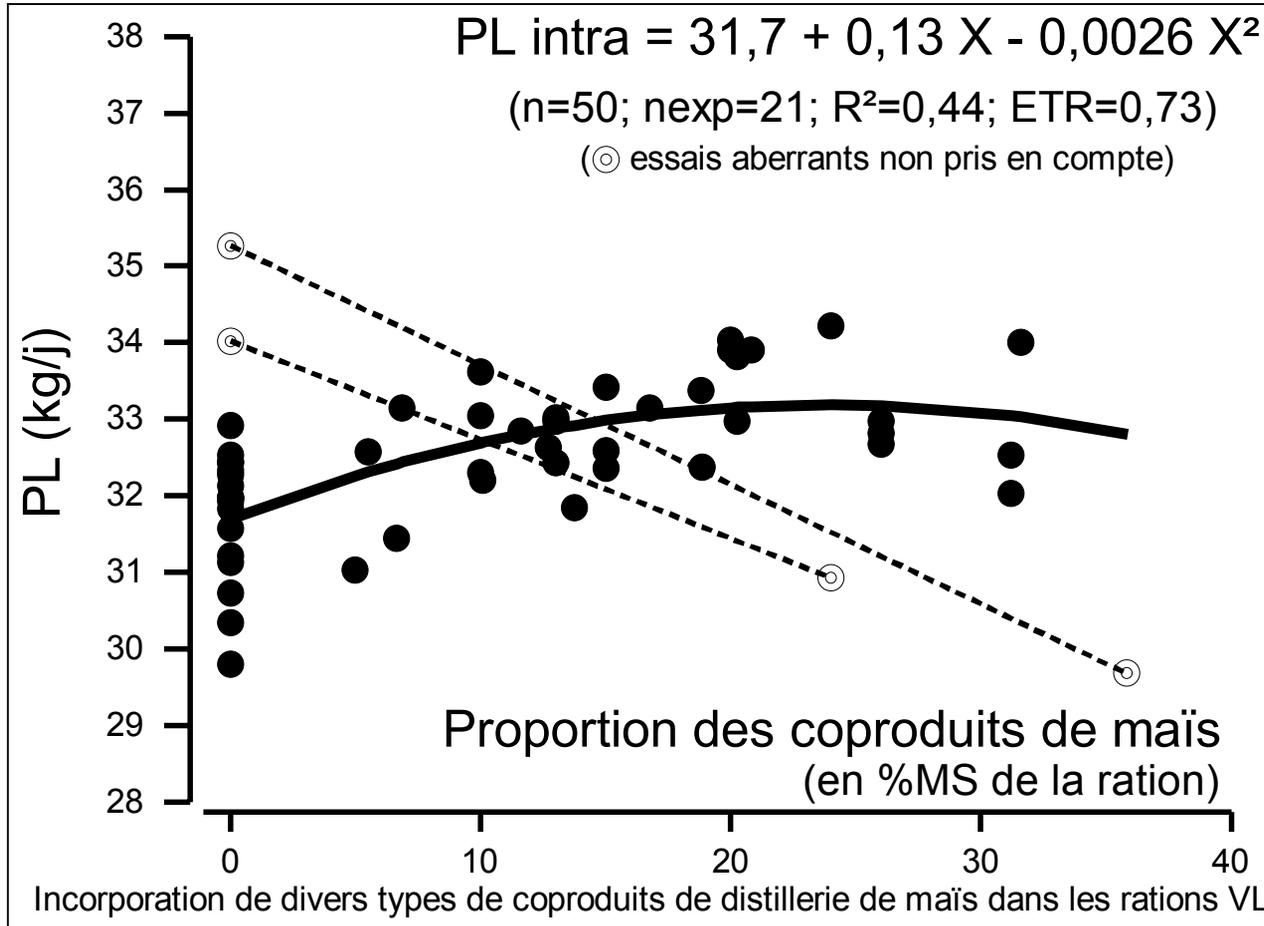
(Source INRA et io7)



INFLUENCE DES COPRODUITS DE DISTILLERIE DU MAÏS SUR LA PRODUCTION LAITIÈRE

(Nathan et al., 2007)

Synthèse bibliographique



INTÉRÊT DU GLYCÉROL

- **Pureté (de 63 à 99% de glycérol)** *(Südekum, 2007)*
- **Glycérine =**
 - mini 80% glycérol**
 - maxi 0.5% méthanol**
- **Pas de pb qualité physique des granulés jusqu'à 15 %**
- **Porcs et Volailles :**
 - **OK jusqu'à 10 % glycérol pur**
 - **à 5% EM = 17.5-17.6 MJ/kg (4.2 Mcal/kg)**
 - **baisse à 10 et 15%**
(3.3-3.4 Mcal en Volailles – 2.4-2.6 Mcal en Porcs)
- **Ruminants :**
 - **≠ du propylène glycol**
 - **Ingestion OK de 1kg/j par VL**
 - **EN lait = 8.5-9.5 MK/kg (1.2-1.3 UFL/kg)**

- **Avis du 3 mai 2007 :** *(AFSSA, 2007)*
 - **Maximum 10 % de glycérine dans aliments complets et complémentaires**



**IMPACTS
SUR
LES BILANS
MP**

BILAN MATIÈRES PREMIÈRES FAB (1)

1^{ère} étude (*) : situation 2010 vs 05/06 (conjoncture prix 05/06)

- **Incidence de 2 MT t.colza + 0.7 MT dr.blé + 0.2 MT dr.maïs ?**
(Ventilation 3 MT T.Colza = 2/3 FAB + 1/3 FAF)
- **Relèvement des limites d'incorporation T.Colza dans formules**
=> utilisation 2.4 MT T.Colza (sans Drêches)
- **Mise en compétition Drêches/T.Colza**
=> OK pour 2.1 MT T.Colza / Baisse T.Soja, Blé, Issues
=> T.Colza = en Ruminants (2/3), Drêches = en Volailles (71%)
- **Maintien des MP métré (issues) dans formules par baisses de prix**
=> OK pour 2.0 MT T.Colza + Drêches de blé et maïs
=> - de T.Soja (-1 MT), Blé (-0.4 MT), Orge (-0.4 MT)
=> Effort de prix surtout pour Son et T.Tournesol (-20 à -25%)

2^{ème} étude () : idem contexte Allemagne / RU / Espagne**

- **Résultats similaires (quantités variables selon pays) :**
=> - de T.Soja, Issues Blé, MP protéiques (CGF, T.Palmiste...)
=> + de Maïs
=> T.Colza = en Ruminants, Drêches = en Ruminants + Volailles

(*) *Pressenda, 2007 (Congrès AFTAA - mars 2007)*

(**) *Pressenda, 2007 (Congrès ARVALIS - septembre 2007)*

BILAN MATIÈRES PREMIÈRES FAB (2)

3^{ème} étude (*) : situation 2010 vs 06/07 (divers contextes prix)

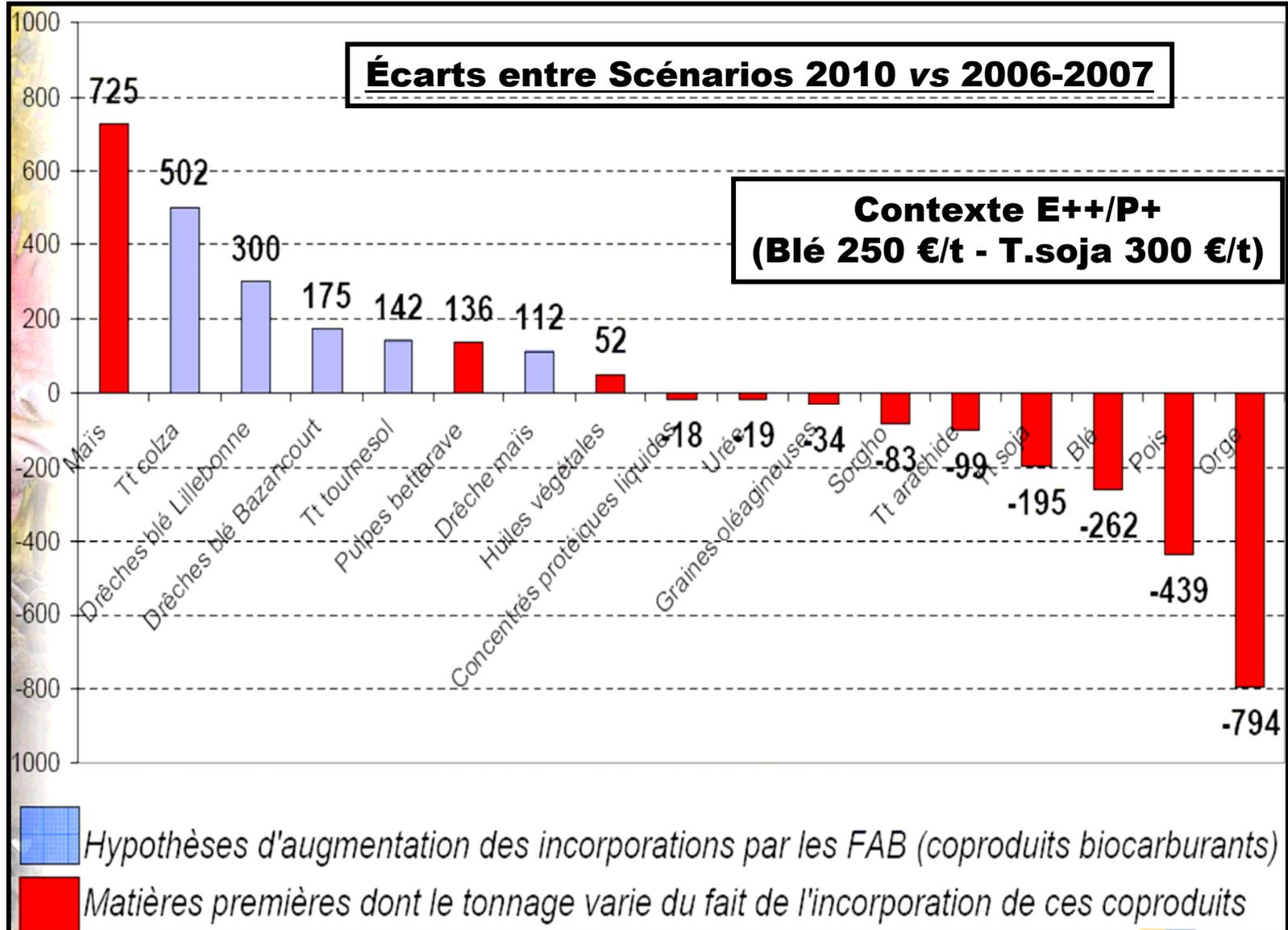
- **Actualisation des aspects techniques :**
+ T.Colza (2MT) + T.Tournesol (0.5MT) + 2 dr. blé (0.5MT) + dr. maïs (0.1MT)
mais tonnages encore faibles ("Lillebonne" + "Bazancourt" + "Lacq")
- **Scénario prix plus actuel (Blé : 250 €/t + T.soja : 300 €/t)**

=> Orge (-790kT), Blé (-260 kT), Pois (-440 kT), T.Soja+T.Arachide (-200 kT)
=> Maïs (+725 kT) P.Betterave (+140 kT) Huiles (+50 kT)
- **Baisse des surfaces impliquées en "Feed" (de -40 à -300 kha)
et baisse des importations de Soja**
- **Segmentation des drêches de blé**
=> Drêches "Lillebonne" en Ruminants (80%)
=> Drêches "Bazancourt" en Volailles (50%) + Ruminants (VL)

(*) Gurtler, 2007 (Congrès ARVALIS - septembre 2007)

COPRODUITS DES BIOCARBURANTS ET BILANS MP

Gurtler, 2007 (*)



(*) Congrès Arvalis - septembre 2007)

COPRODUITS DES BIOCARBURANTS ET BILANS MP

Gurtler, 2007 (*)

	Scénarii de prix horizon 2010 (hypothèse tt colza 2Mt)			
	Prix moyen 06-07	E+P+	E++P+	E+P-
Impact sur les céréales utilisées par les FAB/ campagne 06-07	<i>Blé à 139 €/t</i>	<i>Blé à 200 €/t</i>	<i>Blé à 250 €/t</i>	<i>Blé à 200 €/t</i>
	<i>Soja à 207 €/t</i>	<i>Soja à 300 €/t</i>	<i>Soja à 300 €/t</i>	<i>Soja à 150 €/t</i>
Maïs (000t)	526	144	725	972
Orge (000t)	-884	-399	-794	-1404
Blé (000t)	-131	28	-262	-1430
Total (000t)	-489	- 227	- 331	-1 862
Surfaces libérées (000 ha)	-97	-42	-78	-312

(*) Congrès Arvalis - septembre 2007)

IMPACTS DES COPRODUITS DES BIOCARBURANTS SUR LES SURFACES DE CULTURES

- **Quels besoins en biocarburants / objectifs 2010 ?
Consommation Carburants ? Agréments ? Capacités usines ?
[de 2.5 à 3.2 MT biodiésel et de 0.9 à 1.5 MT bioéthanol ?]**
- **Quels besoins en MP ?
Ventilation des origines MP ? Colza/tournesol, Betterave/Blé/Maïs**
- **Quels besoins suppl. en surfaces ?
Rendements ? Autres utilisations intérieures ? Import/Export ?**
- **Quelles surfaces disponibles ?
Libération de surfaces par substitution MP ?
Remise en culture des jachères ?**

IMPACTS DES COPRODUITS DES BIOCARBURANTS SUR LES SURFACES DE CULTURES

- **Quels besoins en biocarburants / objectifs 2010 ?**
Consommation Carburants ? Agréments ? Capacités usines ?
[de 2.5 à 3.2 MT biodiésel et de 0.9 à 1.5 MT bioéthanol ?]
(biodiésel : 2.6 MT et bioéthanol : 0.74 MT) ()*
- **Quels besoins en MP ?**
Ventilation des origines MP ?
(%Colza/Tournesol/Autres : 70/10/20) ()*
(%Betterave/Blé/Maïs : 35/51/14) ()*
- **Quels besoins suppl. en surfaces ?**
Rendements ? Autres utilisations intérieures ? Import/Export ?
(Total : +310 kha /2006) ()*
- **Quelles surfaces disponibles ? (340 à 710 kha) (*)**
Libération de surfaces par substitution MP ? *(40 à 310 kha) (*)*
Remise en culture des jachères ? *(300 à 400 kha) (*)*

(*) Étude ONIGC, 2007

Hypothèses, donc résultats controversés !



**BIOCARBURANTS
ET
ENVIRONNEMENT**

BILAN ENVIRONNEMENTAL DES BIOCARBURANTS DES RÉSULTATS CONTROVERSÉS !

Institut de l'élevage, 2007 (*)

Bilan énergétique	Résultats de l'étude ADEME/DIREM 2002			Résultats de l'étude JCR/EUCAR/CONCAWE 2006		
	Rapport énergie restituée/énergie consommée	Gain par rapport au carburant de référence	Rapport énergie restituée/énergie consommée	énergie consommée (MJ cons)/km parcouru	MJ cons/km parcouru (carbu- rant de référence)	Gain par rapport au carburant de référence
Ethanol de blé	2,04	57%	1,19	1,68	2,16	22%
Ethanol de betterave	2,04	58%	1,28	1,65	2,16	24%
Ethanol lignocellulosique	-	-	-	0,51	2,16	76%
Ethanol de canne à sucre	-	-	-	0,2	2,16	91%
EMHV colza	2,99	69%	2,5	0,73	2,05	64%
EMHV tournesol	3,16	71%	-	0,54	2,05	74%

(Source GEB-IE, d'après IFP et Environnement Magazine)

Emission GES	Résultats de l'étude ADEME/DIREM 2002			Résultats de l'étude JCR/EUCAR/CONCAWE 2006		
	CO ₂ émis/énergie restituée	gCO ₂ éq/mJ pour le carburant de référence	Gain par rapport au carburant de référence	CO ₂ émis/km parcouru	gCO ₂ éq/mJ pour le carburant de référence	Gain par rapport au carburant de référence
Ethanol ex-blé	34,4	85,9	60%	114	164	30%
Ethanol ex-betterave	33,6	85,9	61%	111	164	32%
Ethanol ex-lignocellulosique	-	-	-	36	164	78%
Ethanol ex-canne à sucre	-	-	-	19	164	88%
EMHV colza	23,7	79,3	70%	73	156	53%
EMHV tournesol	20,1	79,3	75%	34	156	78%

(Source GEB-IE, d'après IFP)

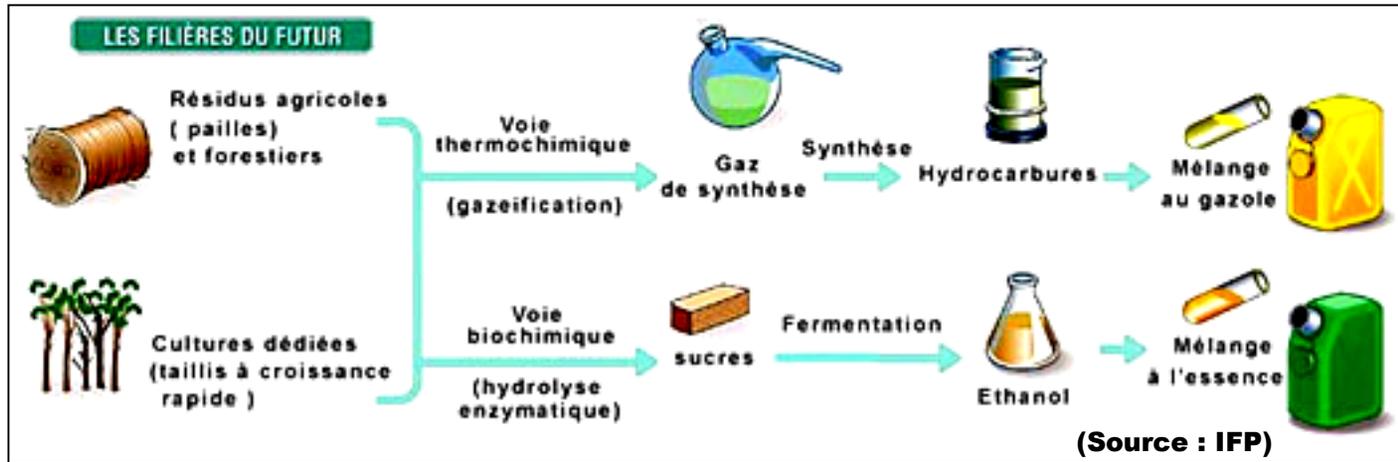
(*) Dossier Economie de l'élevage N°373 Décembre 2007



**LES
TECHNOLOGIES
FUTURES**

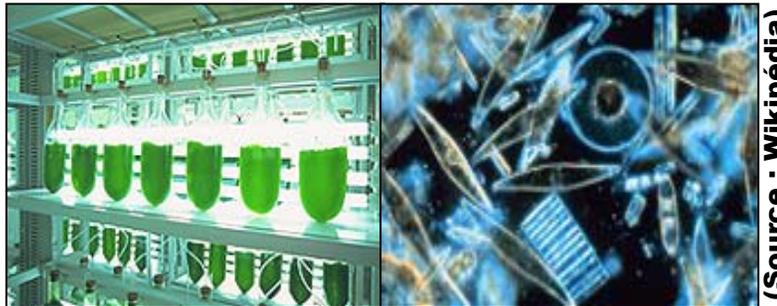
LES TECHNOLOGIES FUTURES

- **Valorisation de la biomasse cellulosique (= 2ème génération)**



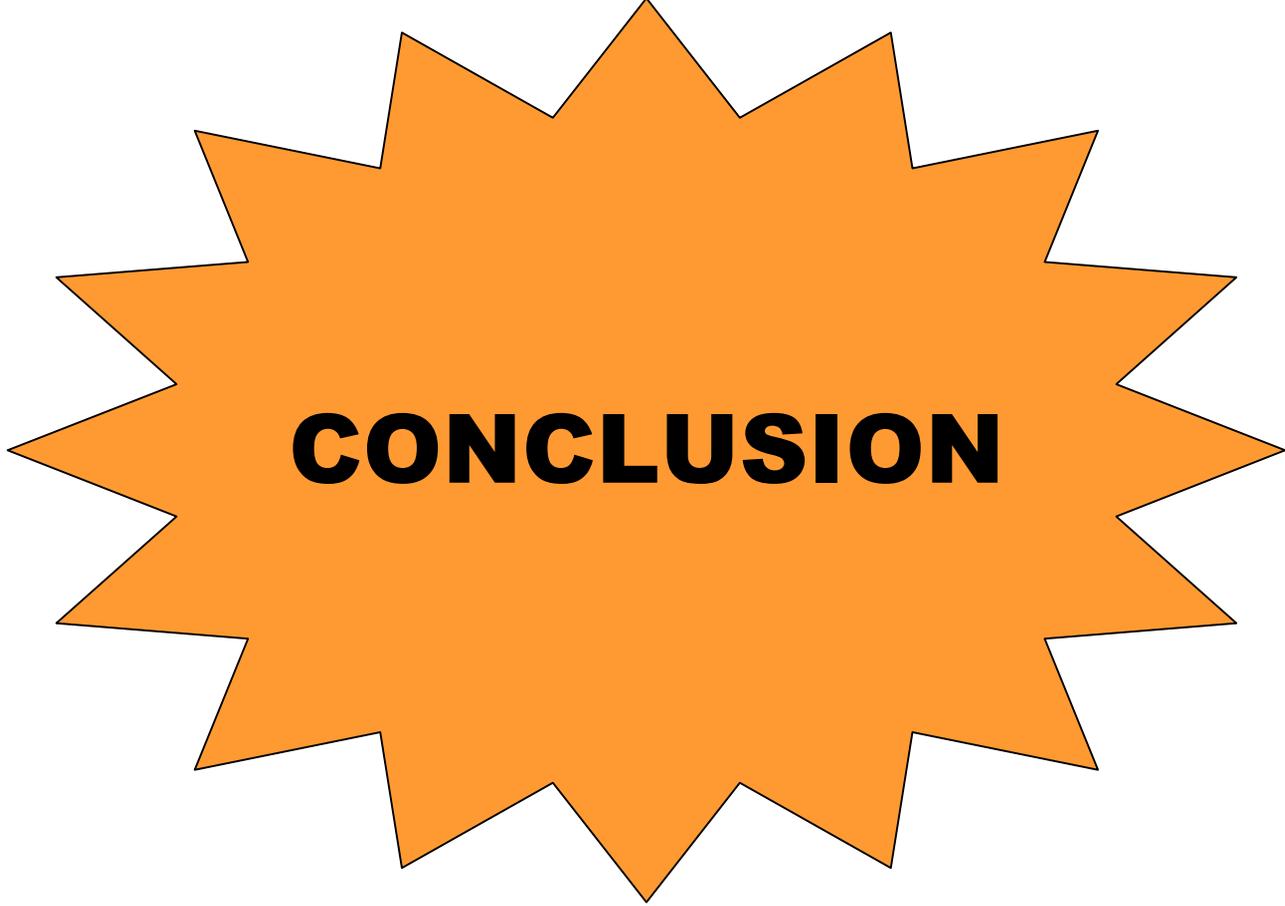
Voie Biochimique plus avancée : unités-pilotes (2006-2009) projets industriels (2015 ?)
Gestion des résidus culturaux et forestiers (ramassage, transport...)?
Développement de cultures dédiées (Miscanthus, Switchgrass...)?

- **Cultures d'algues et production d'huile (= 3ème génération ?)**



(Source : Wikipédia)

Rendement en huile x 30 à 100 | cultures oléagineuses terrestres
Développements encore plus lointains (stade recherche en laboratoire)...



CONCLUSION

Le développement des biocarburants : De nombreuses questions ?

- **Une volonté politique évidente**
- **Un développement des outils industriels en forte croissance (projets récents et futurs...)**
- **Des incertitudes sur les tonnages réels à venir**
 - **Quelles incidences de la hausse des prix des MP ?**
- **Une méconnaissance de certains coproduits**
 - **Stabilisation des process de production**
 - **Mise en œuvre de programme de recherche**
- **Une demande croissante en MP**
 - **Concurrence entre Biocarburants / "Feed" / "Food" ?**
 - **Substitution coproduits/MP en "Feed" ?**
 - **Disponibilités des surfaces (jachères) ?**
 - **Incidences du contexte économique actuel et futur ?**
- **Incidences des biocarburants 2^{ème} génération ?**