



Amélioration génétique du Palmier à huile.

Tristan Durand-Gasselin et Benoit Cochard
(PalmElit)



PalmElit :

- Société semencière française dédiée au Palmier à Huile.
- Filiale du Cirad (66 %) et de Sofiprotéol (gr Avril) (34 %)



La culture du Palmier en 8 photos

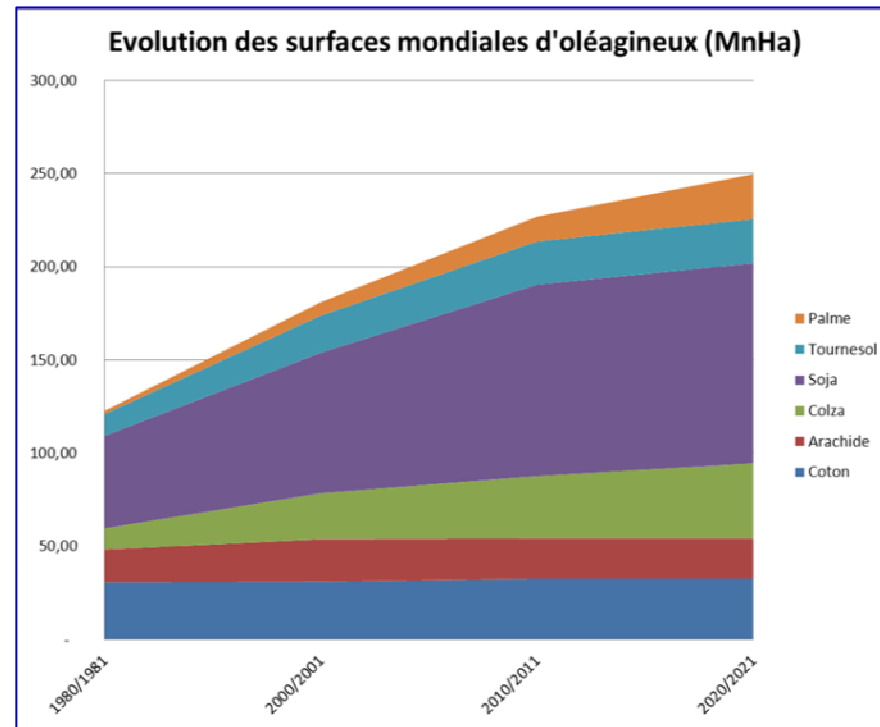
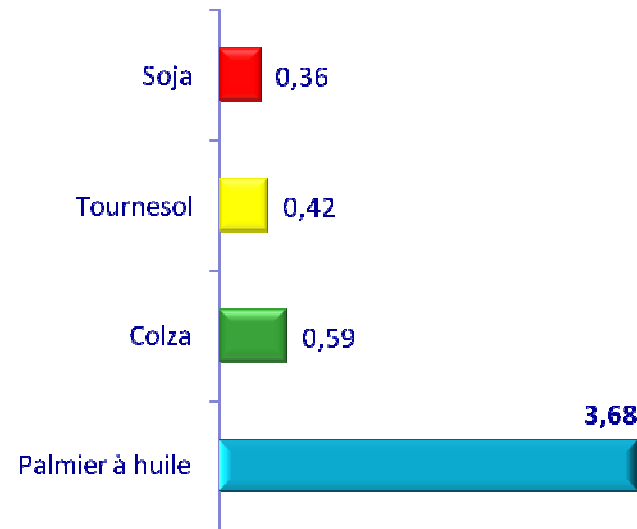


L'huile est destinée à 80 % à son utilisation pour le Sud.



Palmier : 40 % des huiles végétales produites

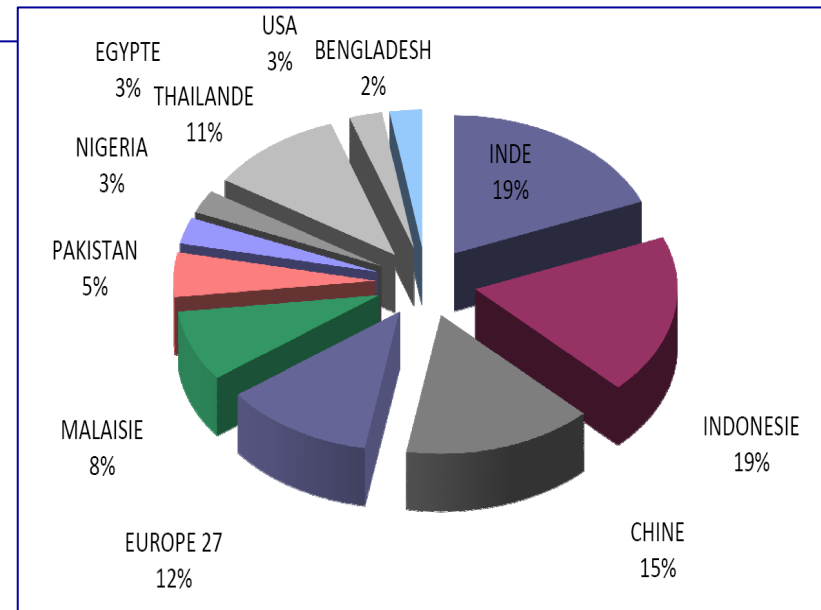
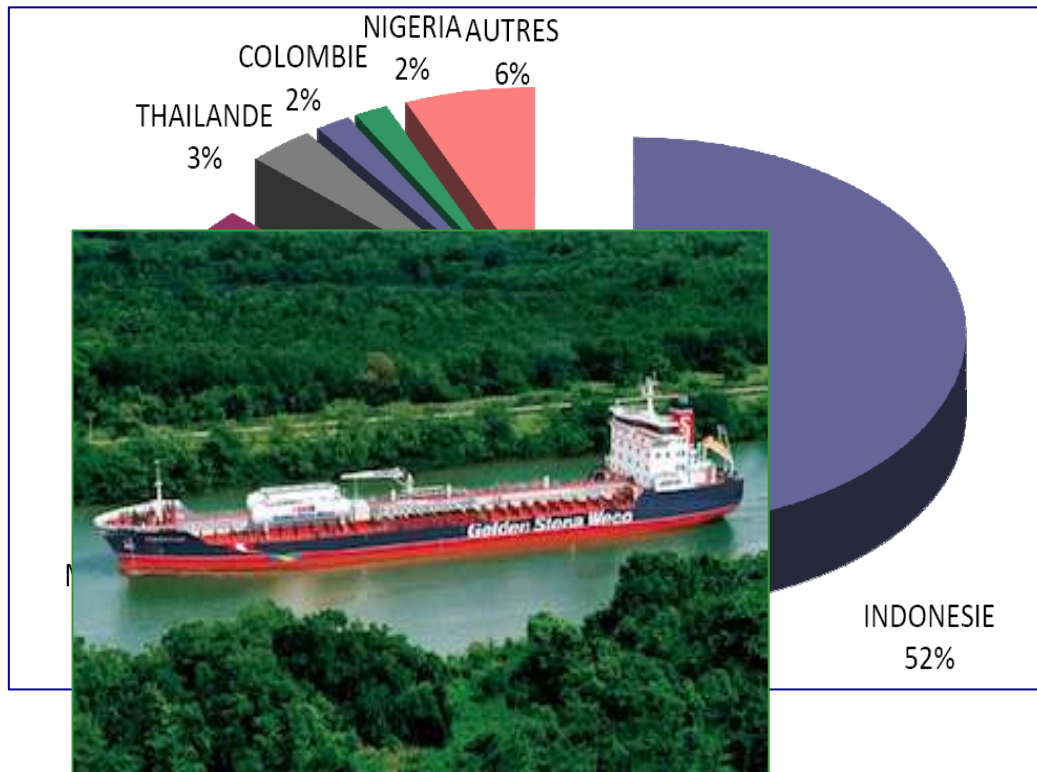
**Rendement moyen MONDIAL par an
(tonnes d'huile/hectare)**



- Le palmier à huile mobilise moins de 6 % des surfaces (18 millions d'ha) oléagineuses du monde et représente 40 % de l'offre.



Les acteurs majeurs



Consommateurs 2013

Malaisie + Indonésie = 86%
Inde + Chine + Pakistan = 56%
UE + US = 15 %



Des usages multiples



- Alimentation - 80 %

Huiles de table, huiles de friture, margarines, matières grasses (*shortenings*) pour boulangerie pâtisserie, tout type de préparation alimentaire...

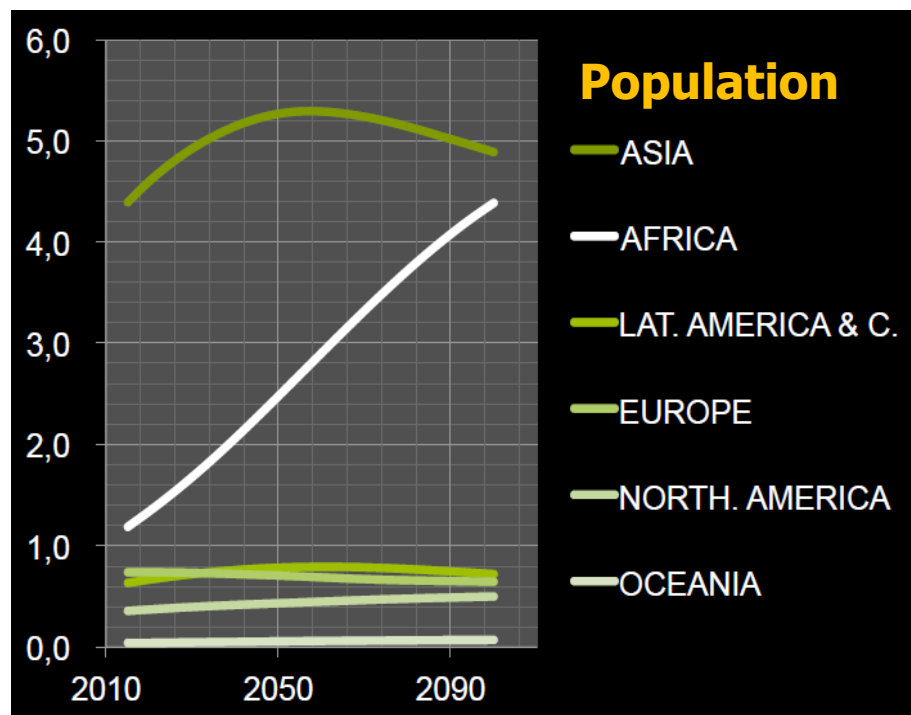
- Oléochimie - 19 %

Cosmétiques, savonnerie, lubrifiants et graisses, bougies, produits pharmaceutiques, surfactants, agrochimie, peintures et laques, électronique, etc.

- Biodiesel - 1 % (à 3-4 % *f(prix)*)



Les enjeux de demain : l'Afrique et les plantations familiales



Pays	Surfaces x 1000 ha	% plt familiales
Nigeria	3 000	80
Ghana	360	88
Guinea	310	n. d.
Congo (RDC)	275	84
Côte d'Ivoire	270	74
Cameroun	135	59
.....		
Total	4 531	~ 80 %

- **L'Afrique** passera de 1 milliard à 5 milliards d'habitants
- L'Afrique = 80% de **plantations familiales**.

Des modes de distribution spécifiques sont à développer car les graines germées sont périssables.





PRINCIPAUX OBJECTIFS DE SELECTION

Une vision à très long terme (40 ans) car le palmier à huile est une plante pérenne à cycle long.

Augmenter la valeur ajoutée pour l'ensemble de la filière :

- Pour le planteur : production de fruits, efficacité des intrants, croissance modérée.
- Pour l'usinier : teneur en huile des fruits.
- Pour l'industrie : caractéristiques de l'huile (Saturés / Insaturés).

Sécurité :

- Résistance génétique aux maladies (car pas d'autres solutions)
- Stabilité des ressources du planteur sur le cycle de production.
- Adaptation à des environnements divers (zones marginales)





Amélioration génétique du Palmier à huile

Avant guerre : sélections massales : création de Populations à Base Génétiques Étroites (PBGE).

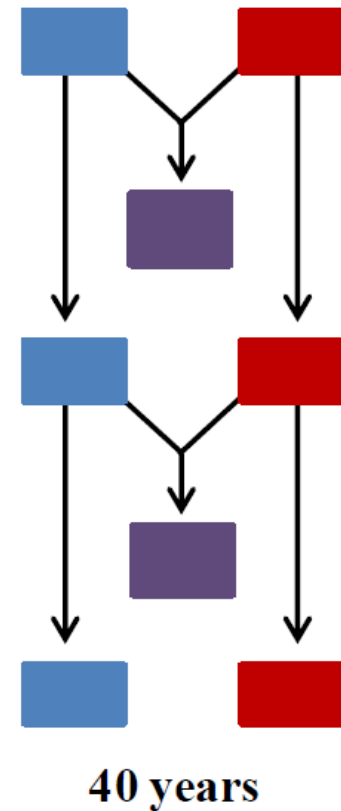
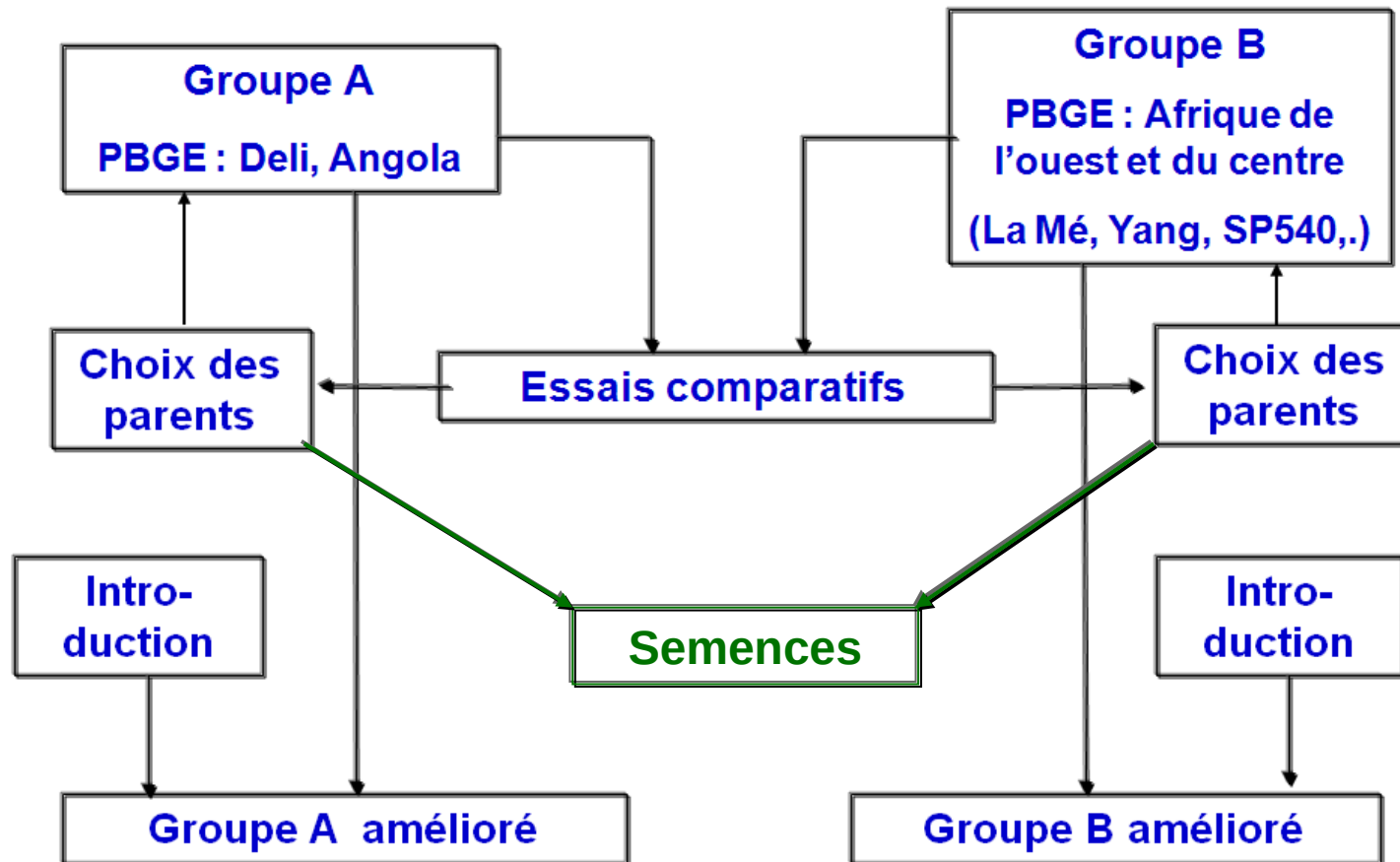
Un tournant : l'Expérience Internationale (1947-1959) initiative Française : cinq partenaires échangent et inter-croisent leurs meilleures PBGE : variabilité intra, hétérosis, héritabilités.

A partir de 1957 : un schéma de sélection récurrente réciproque adapté du Mais.

(Gascon et de Berchoux, 1964)



Un cycle de sélection récurrente



Les variétés de palmiers sont des hybrides entre familles de pleins-frères



Test de résistance aux maladies (exemple : Fusarium / Ganoderma)



- Test précoce
- Test validé en Champ
- mais test imprécis

⇒ De très bons résultats sur
Fusarium.
(trop récent pour Ganoderma)



June 2011



E. oleifera une ressource utile !



**La résistance à la
Pourriture du Cœur des
hybrides interspécifiques
E. oleifera x *E. guineensis***

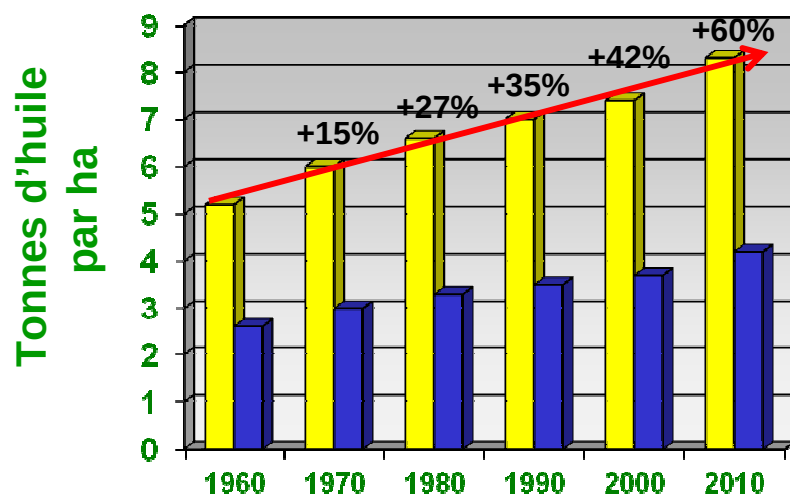




Principaux résultats : PROGRÈS GÉNÉTIQUES

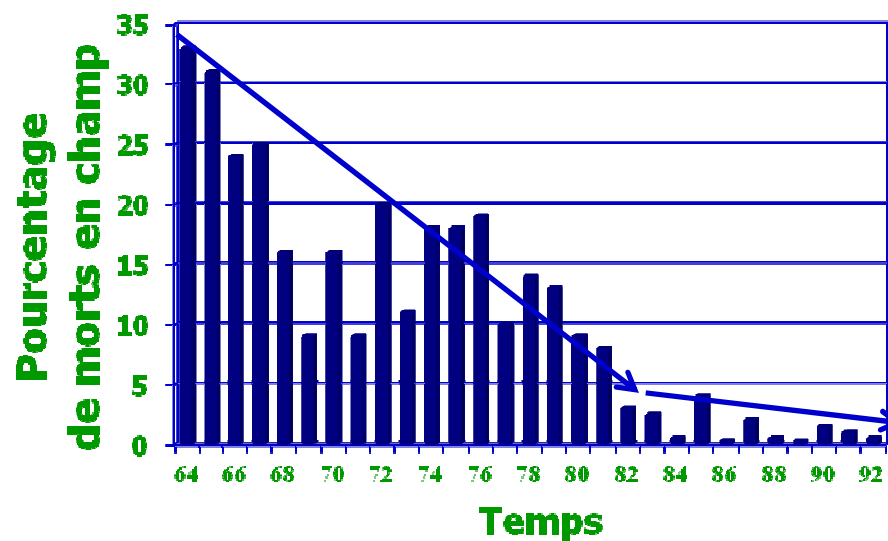
Production

Augmentation de la productivité à l'ha (Asie et Afrique)



Maladies

Incidence de la fusariose en plantation (Afrique)





Avancées Nouvelles

Les technologies nouvelles, en particulier celles liées au domaine de la biologie moléculaire, apportent un grand potentiel d'innovation :

- Des méthodes de sélection génomique dérivées des modèles de génétique animale, alliées à la détection de QTL (+ pedigree),
- Identification de gènes,
- Mais aussi CIV et transformation génétique.

Quelques exemples choisis, issus de nos travaux ou de ceux d'autres institutions sont présentés.



1 - Sélection génomique et QTL basé sur les pedigree

Deux méthodes complémentaires sont en cours de développement ; elles ont en commun :

- D'utiliser l'ensemble des données générées par le programme d'amélioration génétique « Classique »
- D'être basées sur une bonne connaissance des pedigree.

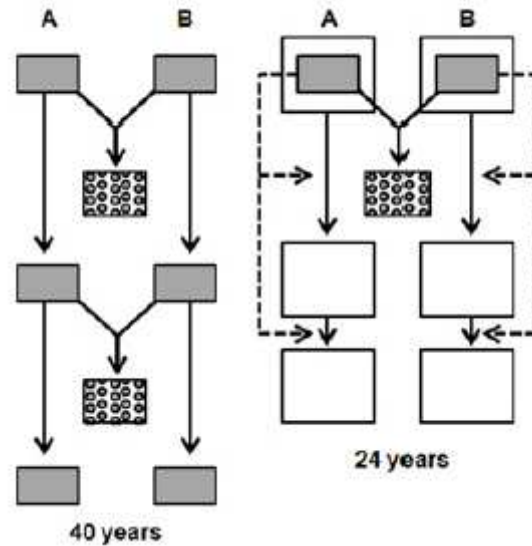
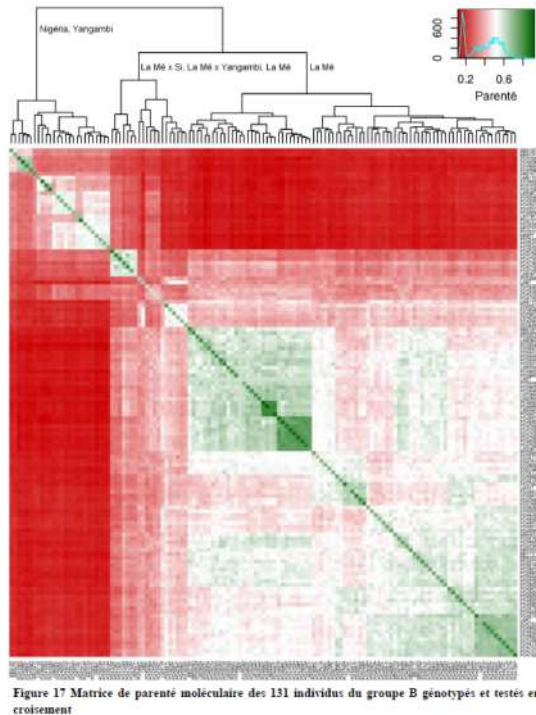




Sélection génomique

⇒ Prédire les AGC à partir des génotypes et des pedigree pour limiter ainsi les tests sur descendance

Matrice d'apparement moléculaire



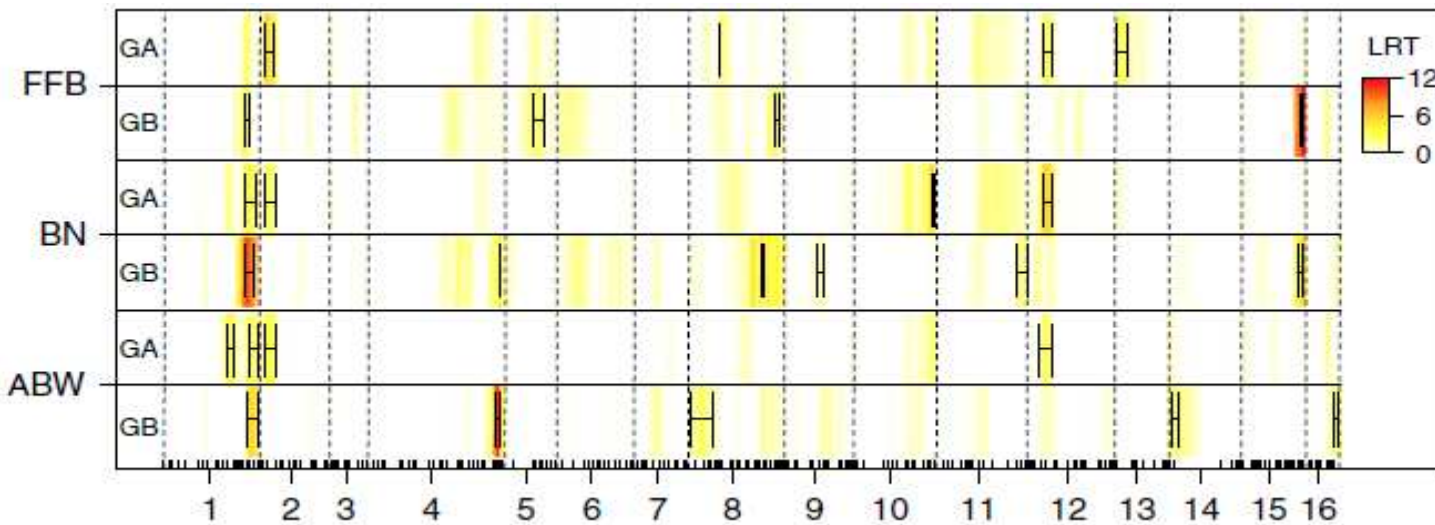
Scores
↓
Prédictions
↓
Gain
(tps et obs)

Cros D. (2014). Etude des facteurs contrôlant l'efficacité de la sélection génomique chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). Thèse de doctorat, SupAgro Montpellier..



Pedigree-based QTL mapping

Caractère de production
FFB = ABW x BN



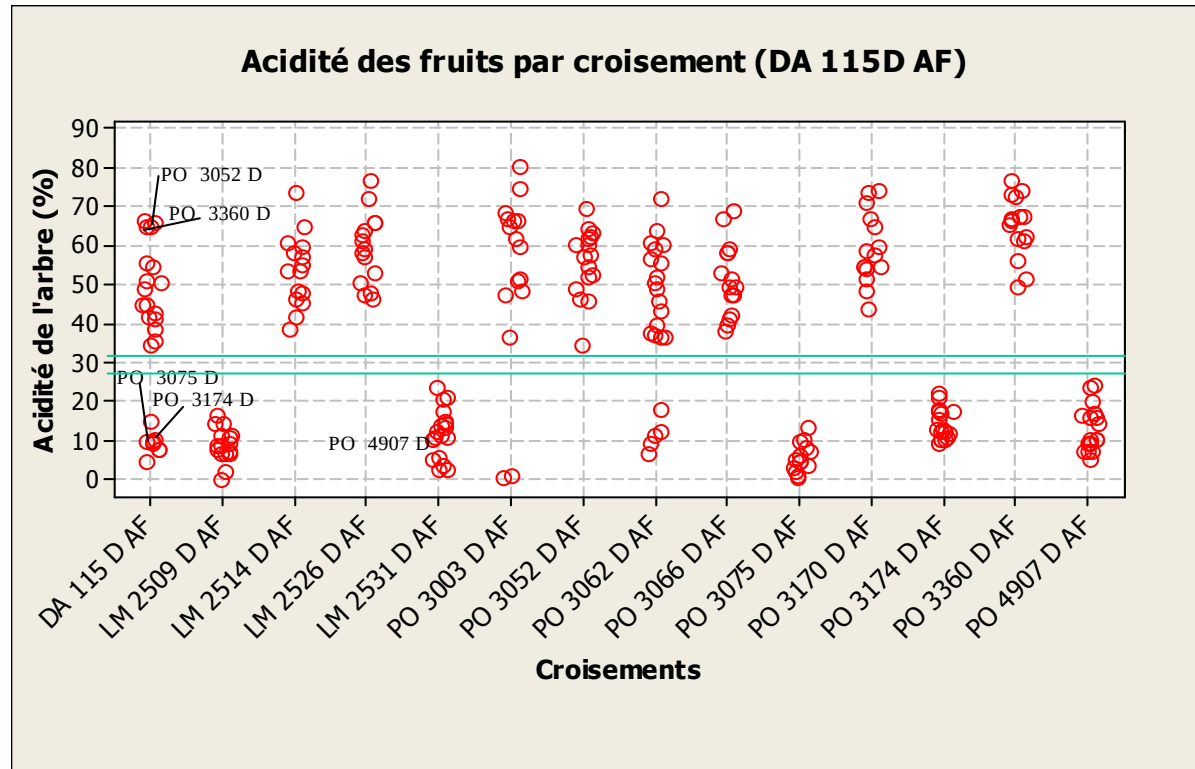
Groupes de liaison

30852 palmiers
phénotypés issus de
300 parents genotypés
des deux groupes
hétérotiques.

Tisné S., Denis M., Cros D., Pomiès V., Riou V., Syahputra I., Omoré A., Durand-Gasselin T., Bouvet J.-M. and Cochard BI. (2015).
Mixed model approach for IBD-based QTL mapping in a complex oil palm pedigree. *Genomic*, 16: 798.

2 - Activité Lipase

Il existe une lipase endogène qui participe à la dégradation de l'huile dès la récolte des fruits.



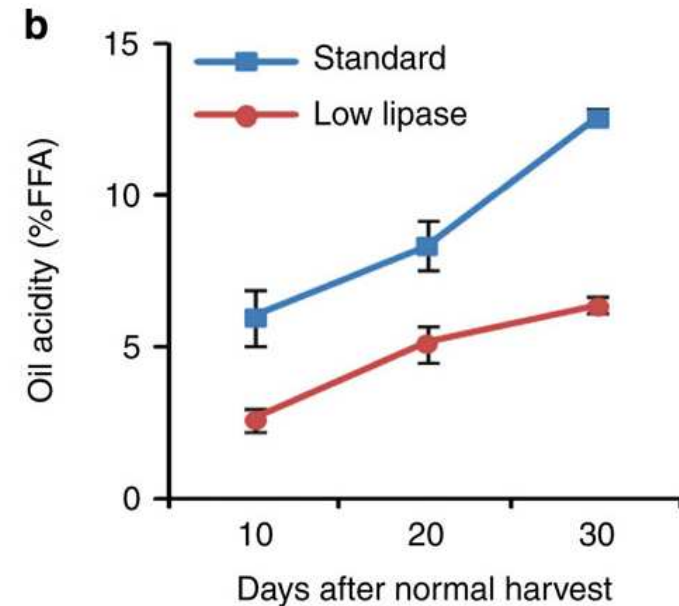
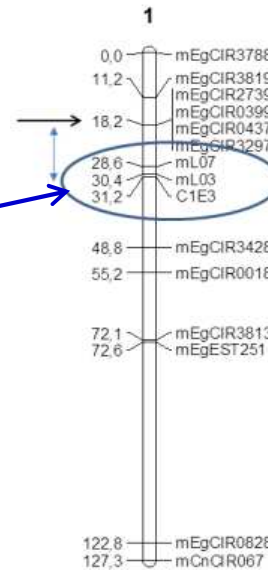
Dans plusieurs fonds génétiques il existe des croisements en ségrégation $\frac{3}{4}$ - $\frac{1}{4}$ avec 2 classes bien séparées d'individus, à faible et forte acidité, l'allèle « à faible acidité » étant récessif

Exemple présenté : acidité au sein d'autofécondations S2 issues d'un palmier



2 - Activité Lipase

Identification de la lipase (EgLIP1) et de son gène qui co-ségrège avec le caractère faible ou élevé de la lipase



Gène

Champs



Comprendre permet d'agir : sélection précoce

Morcillo F., et al.. (2013). Improving palm oil quality through identification and mapping of the lipase gene causing oil deterioration. *Nature Communications*, 4 (2160) : 8 p.



3 – Forme du fruit



Sh+/Sh+



sh-/sh-
(♀ **Stérile**)



Sh+/sh-

Forme commerciale

312_T128_LG7_SH[2]	
17.9	SNPE00042
18.6	sPSc00115
18.6	SNPE00037
18.9	SH
19.1	SNPE00039
20.1	SNPE00036
20.9	SNPE00028
21.4	sPSc00119
21.9	sPSc00121
22.6	SNPE00023
23.6	sPSc00117
24.9	sPSc00114
25.4	SNPE00093
25.4	SNPM00692
25.4	SNPE00074
25.4	SNPE00086
25.4	SNPE00089
25.9	SNPE00091
25.9	SNPE00090
26.4	SNPE00087
26.9	SNPE00092
26.9	SNPE00094
27.1	SNPE00075
27.4	SNPE00078
27.6	SNPE00079
28.4	SNPE00068
29.2	sPSc00102
29.9	SNPE00069
31.4	SNPE00081
32.2	sPSc00104
33.2	SNPE00082
35.0	SNPE00212
35.5	SNPE00084
35.5	SNPE00080
37.0	sPSc00110
37.6	sPSc00002
38.2	sPSc00004
40.5	sPSc00005
42.0	sPSc00025
43.2	mEgCIR3275
43.8	SNPM01703
45.3	sEg00222
48.1	SNPM00555
50.4	sPSc00086
50.4	sPSc00085
55.5	SNPM04141
65.8	SNPM02737
71.0	SNPM01359
72.2	SNPM00682
73.2	SNPM03164
73.5	SNPM04975
77.2	SNPM01187
77.2	SNPM01555

**Gène
Shell**

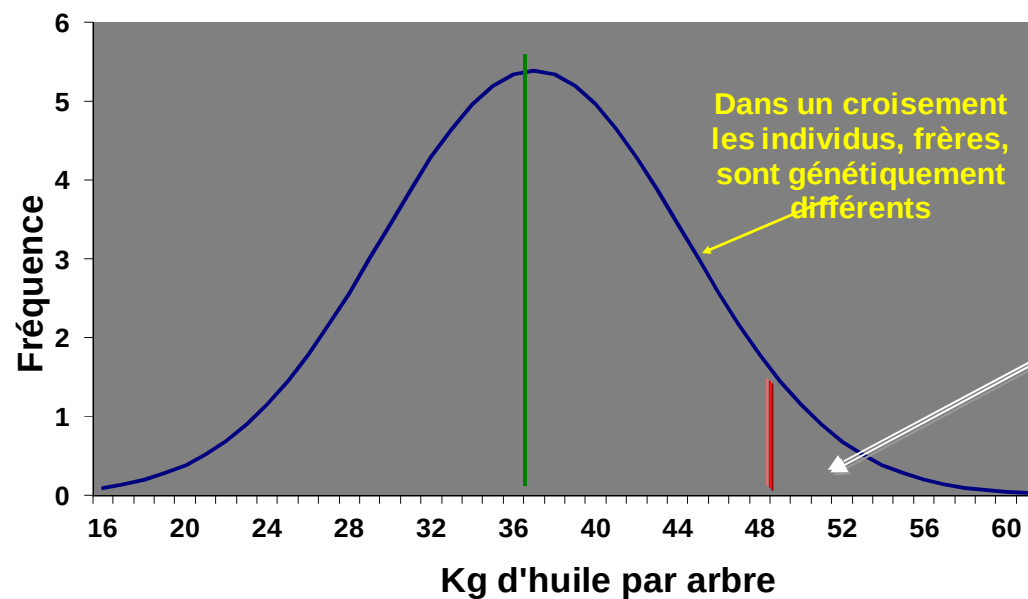
Comprendre permet
d'agir :

- Sélection précoce
- Contrôle qualité

Singh, R., et al., (2013). The oil palm SHELL gene controls oil yield and encodes a homologue of SEEDSTICK. *Nature*. vol. 500, no 7462, p. 340-344.



4 - Exploiter la variance génétique intra famille par clonage (In vitro)



Plants haut producteurs -> clones





4 – CIV : Anomalies épigénétiques dont “mantled”

Le fruit développe des pseudo carpelles (Ex-staminodes)

Le fruit mantled est généralement **stérile**

⇒ Tout développement commercial est compromis



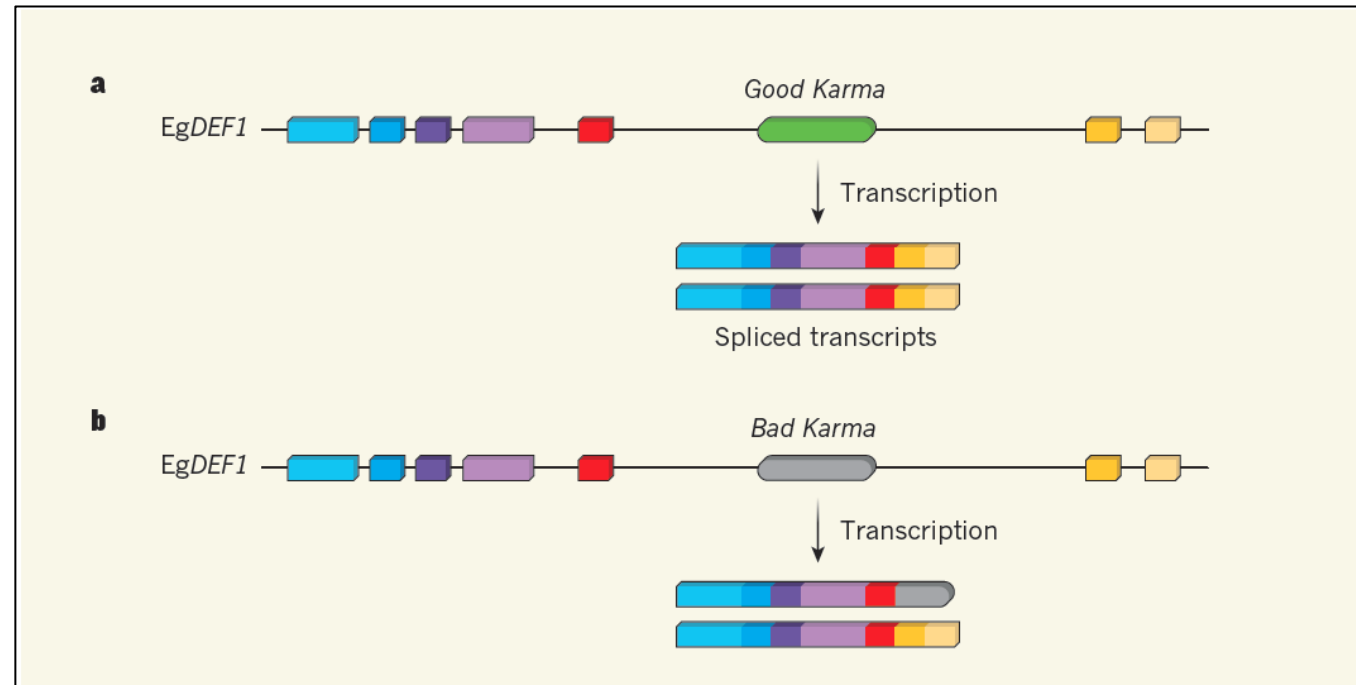
Le gène responsable a été identifié par une équipe IRD/Cirad :

EgDEF1

Adam, H. et al. Determination of flower structure in *Elaeis guineensis*: do palms use the same homeotic genes as other species? *Ann. Bot.* 100, 1–12 (2007).

4 – Anomalies épigénétiques : good karma !

Une méthylation
réduite du
transposon
« Karma » (Bad
karma) conduit
à une lecture
souvent
tronquée du
gène EgDEF 1 ce
qui provoquerait
le phénotype
Mantled (Très
convaincant)



Ong-Abdullah M., Ordway J. M., Jiang N., Ooi S.-E., Kok S.-Y., Sarpan N., ..., Sambanthamurthi R. & Martienssen R. A., 2015. Loss of Karma transposon methylation underlies the mantled somaclonal variant of oil palm. *Nature Letter* doi:10.1038/15365.



À retenir

PalmElit Société semencière :

- PalmElit : un continuum de recherche et de valorisation exemplaire public / privé avec le Cirad.
- Une société française leader mondial des semences de la première plante oléagineuse du monde.
- L'Afrique sera l'enjeu de ce siècle.



Amélioration génétique classique du Palmier à Huile performante

De nouveaux outils permettent des innovations importantes

- Les méthodes de sélection vont évoluer avec la mise en relation généralisée des génotypes avec les phénotypes.
- La découverte de gènes, la compréhension de leur fonctionnement : sélections précoces, démarches qualité précises, etc..

