



Techno'Huile
20 mai 2011 - Palais des Congrès d'Arles

Le malaxage : l'étape essentielle dans un processus de qualité



Prof. Maurizio Servili



Dipartimento di Scienze Economico-Estimative e degli Alimenti
Università degli Studi di Perugia, Italie



1. Qu'est ce la qualité de l'huile d'olive extra vierge (HOEV) ?



2. Come on peut définir la qualité de l'huile d'olive extra vierge (HOEV) ?

Pour quoi l'huile d'olive vierge est-elle différente des autres huiles végétales?



- Extraction mécanique.
- Extraction sans solvents.
- Consommée sans aucun processus de rectification.



Composition chimique exclusive

COMPOSITION CHIMIQUE DE L'HUILE D'OLIVE VIERGE

Glycérides (98,5 - 99,5 %)



Triacylglycérols (97-98%):



- OOO 40,0 - 41,4 %
- POO 19,7 - 22,3 %
- OLO 6,5 - 7,9 %
- OOL 6,6 - 7,4 %
- PLO 5,5 - 7,3 %
- SOO 3,6 - 3,8 %
- POP 2,6 - 3,0 %

Diacylglycérols (2-3%)

Monoacylglycérols (0,1 - 0,2%)



Acides Gras: (%)

Acide myristique (C14:0)	0,0 - 0,1
Acide palmitique (C16:0)	7,0 - 20,0
Acide palmitoléique (C16:1)	0,3 - 3,5
Acide margarique (C17:0)	0,0 - 0,4
Acide heptadécanoïque (C17:1)	0,0 - 0,4
Acide stéarique (C18:0)	1,0 - 4,0
oleic acid (C18:1)	56,0 - 84,0
Acide linoléique (C18:2)	3,0 - 21,0
Linolenic acide (C18:3)	0,2 - 1,5
Acide arachique (C20:0)	0,1 - 0,7
Acide eicosanoïque (C20:1)	0,1 - 0,1
Acide behénique (C22:0)	0,0 - 0,3
Acide lignocérique (C24:0)	0,0 - 0,4

composés Mineurs (0.5 - 1.5 %)



Hydrocarbures: 150-800 mg/100g

- Squalène 125-800 mg/100g

Alcools:

- Triterpénique 100-300 mg/100g
- Aliphatique 10-20 mg/100g

Stérols: 80-260 mg/100g

- β - sitostérol 65-97 %
- Δ -5-avéanastérol 5-31 %
- campestérol 2-4 %
- Δ -7-stigmastérol 0-0,8 %

Phénols: 20-900 mg/kg

Tocophérols: 50 - 300 mg/kg

Phospholipids: 40-135 mg/kg

Composés Volatiles

Pigments:

- Chlorophylles A and B 0,2 - 5,0 mg/kg
- Phéophytines A and B 0,2 - 20 mg/kg
- β -Carotène 0,5 - 5,0 mg/kg
- Lutéine 3,0- 15 mg/kg

✓ Commercial



1. Qu'est ce que la qualité de l'huile d'olive extra vierge (HOEV) ?

✓ Sensorielle



2. Comment on peut définir la qualité de l'huile d'olive extra vierge (HOEV) ?

✓ Nutritionnelle

✓Qualité commerciale

EVOO

Virgin Olive Oil

Lampante Olive Oil

Acidity (%)	≤ 0,8	≤ 2,0	>2
Peroxide value (meq O ₂ /Kg)	≤ 20	≤ 20	—
K ₂₃₂	≤ 2,50	≤ 2,60	—
K ₂₇₀	≤ 0,22	≤ 0,25	—
ΔK	≤ 0,01	≤ 0,01	—
Etat d'alteration de l'huile vierge d'olive			
Sensory Analysis : defects median value (Md)	Md = 0	Md ≤ 2,5	Md > 2,5
Sensory analysis: "fruity" median value (Mf)	Mf > 0	Mf > 0	—

Waxes (mg/Kg)	≤ 250	≤ 250	≤ 300
Saturated Fatty Acids in position 2 of the triglyceride (%)	≤ 1,5	≤ 1,5	≤ 1,5
Stigmastadyene mg/kg	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,50
Difference ECN42 HPLC and ECN42 teoric calculation	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,3

<u>Acidic composition (%)</u>			
Miristic (%)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05
Linolenic (%)	≤ 1,0	≤ 1,0	≤ 1,0
Arachidic (%)	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 0,6
Eicosanoic (%)	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4
Behenic (%)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2
Lignoceric (%)	≤ 0,2	≤ 0,2	≤ 0,2
Sum of the (E)-linolenics isomers (%)	≤ 0,05	≤ 0,05	≤ 0,05

<u>Sterols composition (%)</u>			
colesterol (%)	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Brassicasterol (%)	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,1
Campesterol (%)	≤ 4,0	≤ 4,0	≤ 4,0
Stigma-sterol (%)	< camp	< camp	—
β-sitosterol (%)	≥ 93,0	≥ 93,0	≥ 93,0
Δ -7-stigma-stenol (%)	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5
Total sterols (%)	≥ 1000	≥ 1000	≥ 1000
Eritrodiol and uvaol (%)	≤ 4,5	≤ 4,5	≤ 4,5

Pureté dell'huile vierge d'olive

MARQUEURS DE LA HAUTE QUALITE DANS LES HUILES D'OLIVE EXTRA VIERGE

✓ QUALITE NUTRITIONNELLE:

*Composés phénoliques
hydrophyles*

Tocophérols

Squalène

Composition acide

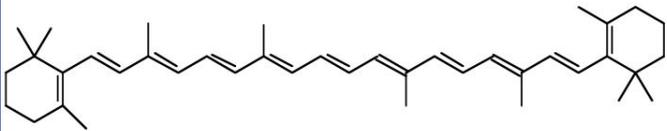
✓ QUALITE SENSORIELLE:

*Composés phénoliques
hydrophyles*

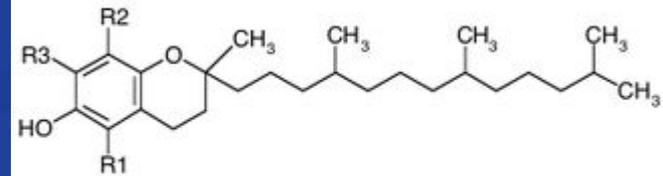
Composés volatiles

*Chlorophylles et
caroténoïdes*

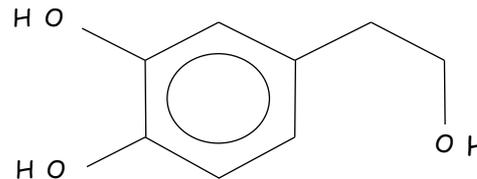
Les Antioxydants naturels de l'huile d'olive vierge



caroténoïdes



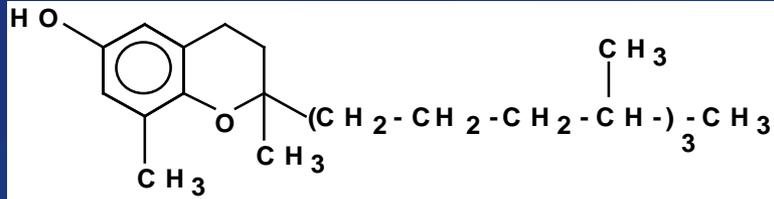
tocophérols



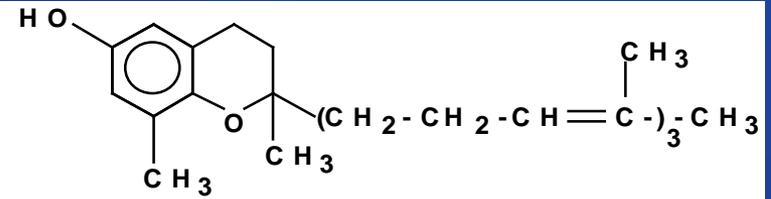
phénols

hydrophyles

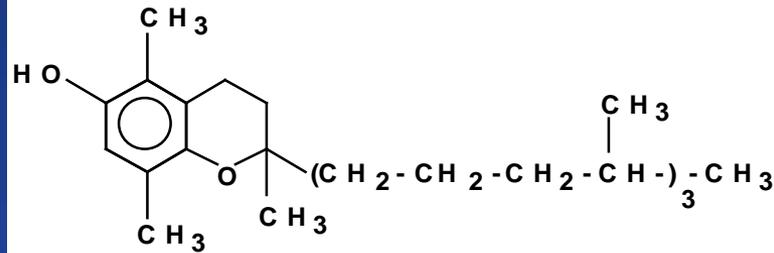
TOCOPHEROLS ET TOCOTRIENOLS



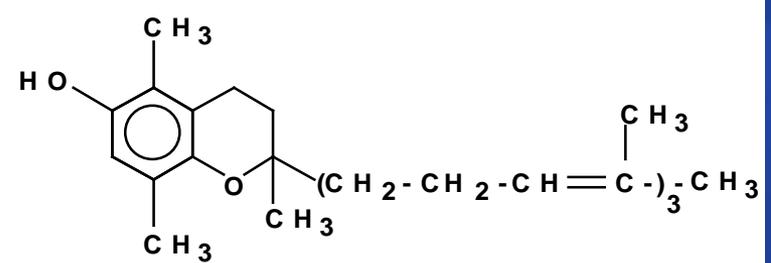
δ -tocophérol



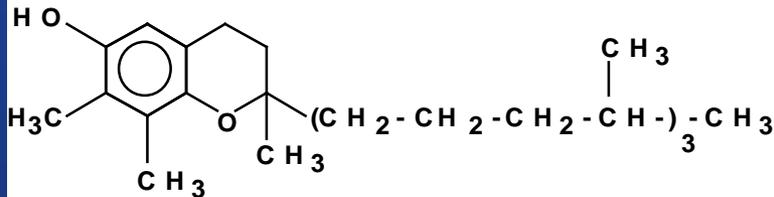
δ -tocotriérol



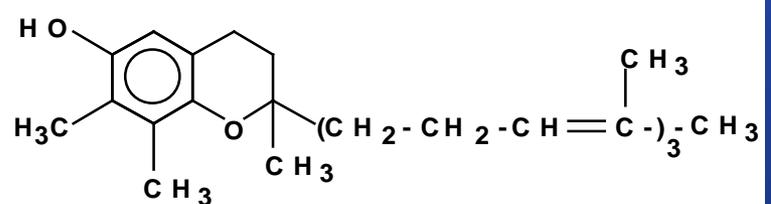
β -tocophérol



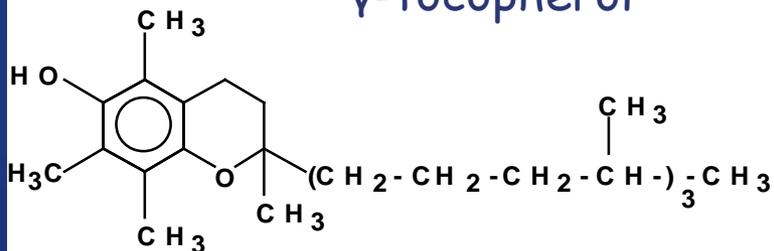
β -tocotriérol



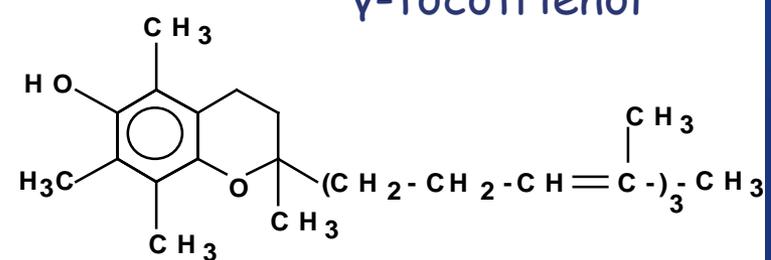
γ -tocophérol



γ -tocotriérol



α -tocophérol



α -tocotriérol

VALEURS MOYENNES (mg/Kg) DE L' α -TOCOPHEROL MESUREES DANS 433 HUILES D'OLIVE EXTRA VIERGES ITALIANNES (1). *Servili et al., 2010*

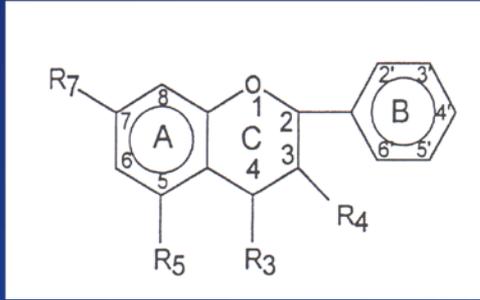
Résultats non publiés.

	Moyenne	Max	Min
α -Tocopherol	250.6	751.1	23.0

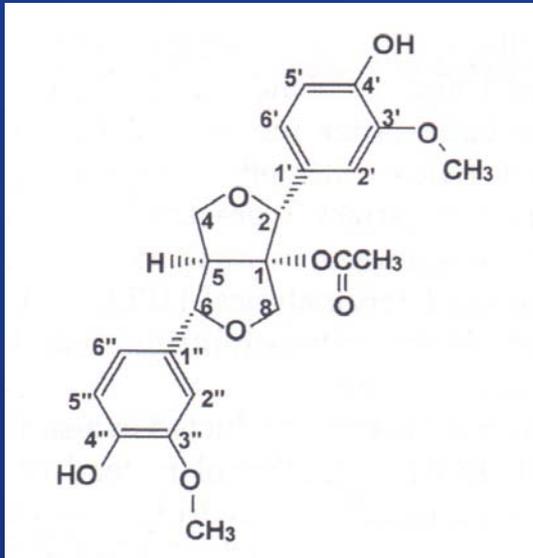
(1) La concentration des tocophérols est déterminée selon la méthode de *Psomiadou et al., 1999*.

POLYPHENOLS

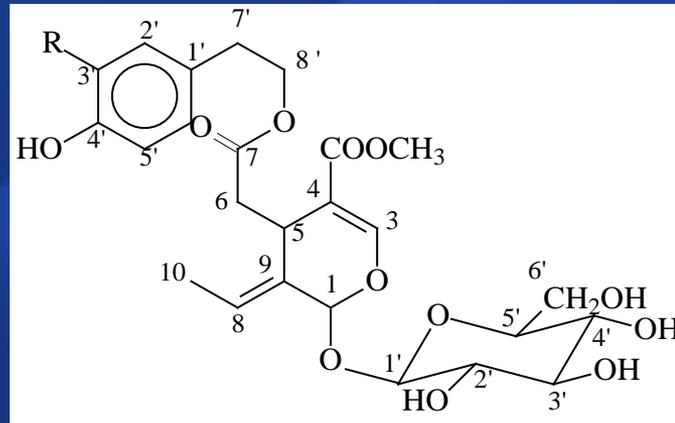
Flavonoïdes



Lignans

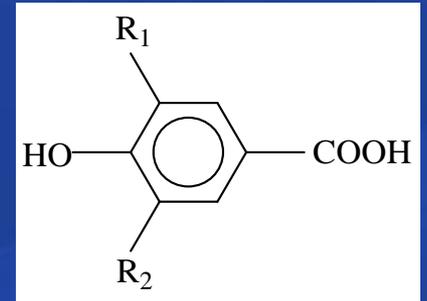


Sécoiridoïdes

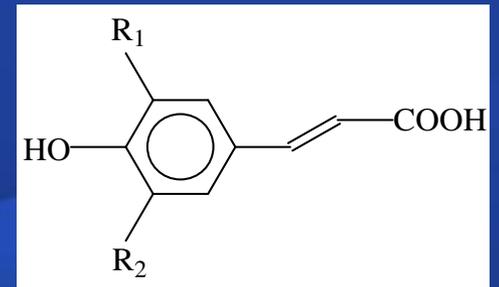


Acides Phénoliques

Dérivées de l'acide Benzoïque



Dérivées de l'acide Cynnamique



R = H: ligstroside

R = OH: oléuropéine

COMPOSITION PHENOLIQUE de L'OLIVE

Flavonoïdes

Anthocyanines

Cyanidine-3-glucoside
Cyanidine-3-rutinoside
Cyanidine-3-caféoylglucoside
Cyanidine-3-caféoylrutinoside
Delphinidine 3-rhamosylgluc-7-xyloside

Flavonols

Quercétine-3-rutinoside

Flavones

Lutéoline-7-glucoside
Lutéoline-5-glucoside
Apigénine-7-glucoside

Acides phénoliques

acide Clorogénique
acide Cafféique
acide p-Hydroxybenzoïque
acide Protocatechuique
acide Vanillique
acide Syringique
acide p-Cumarique
acide o-Cumarique
acide Ferulique
acide Sinapique
Acide Benzoïque
acide Cinnamique
acide Gallique

Alcools phénoliques

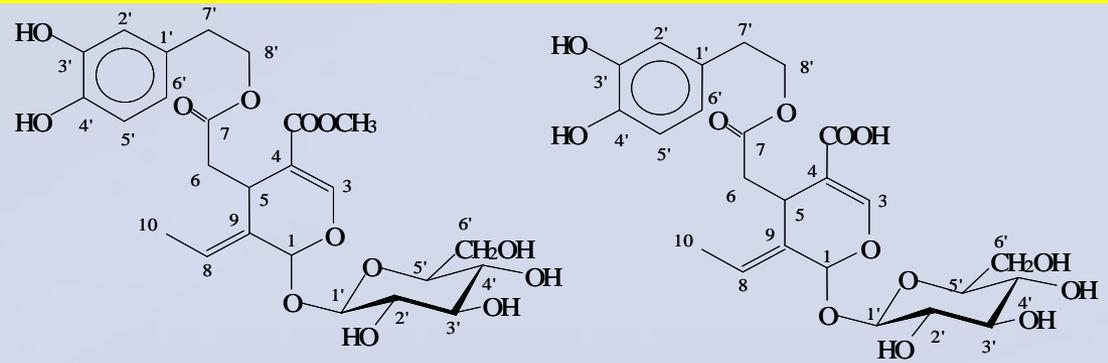
(3,4 Dihydroxyphényl) éthanol (3,4-DHPEA)
(p-Hydroxyphényl) éthanol (p-HPEA)

Sécoiridoïdes

Oleuropéine
Diméthyloléuropeine
Ligstroside
Nüzhenide

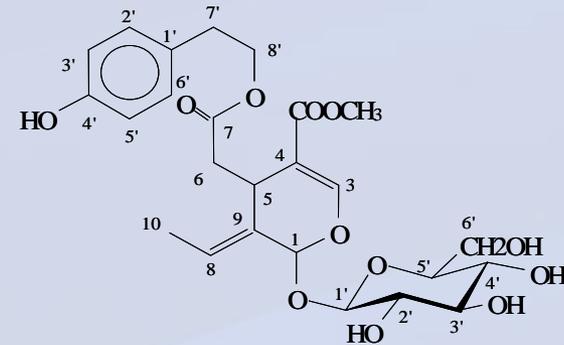
Dérivés de l'acide hydroxycinnamique

Verbascoside

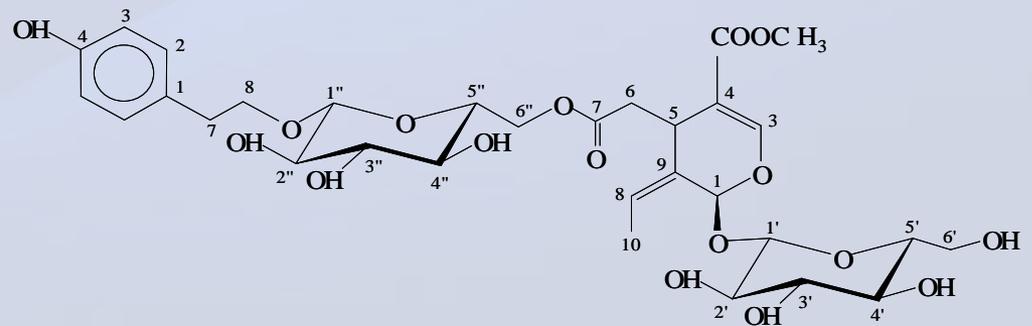


Oleuropein

Demethyloleuropein



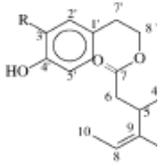
Ligstroside



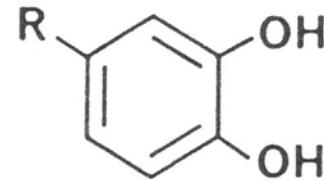
Nüzhenide

SECOIRIDOIDES GLUCOSIDIQUES
STRUCTURES CHIMIQUES
RETROUVEES DANS LES OLIVES

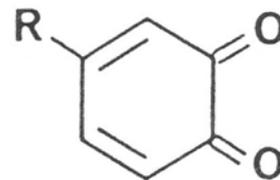
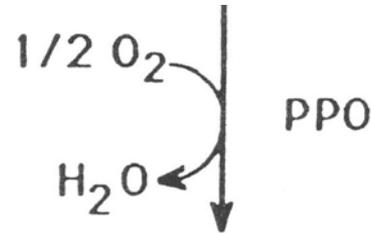
OXYDATION ENZYMATIQUE DES POLYPHENOLS INDUITE PAR LA POLYPHENOXYDASE (PPO) ET PAR LA PEROXYDASE (POD)



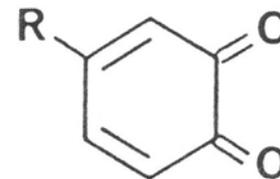
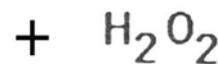
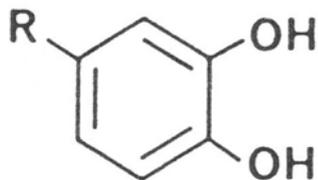
R = -CH₂-CH₂-OH



3,4-DHPEA



3,4-DHPEA o-Quinone



BIOGENESE I
SECOIRIDOI
A PARTIR DE

(I) R = H: *ligstrovi*

(II) R = H: *p*-HPEA

(III) R = OH: 3,4-DI

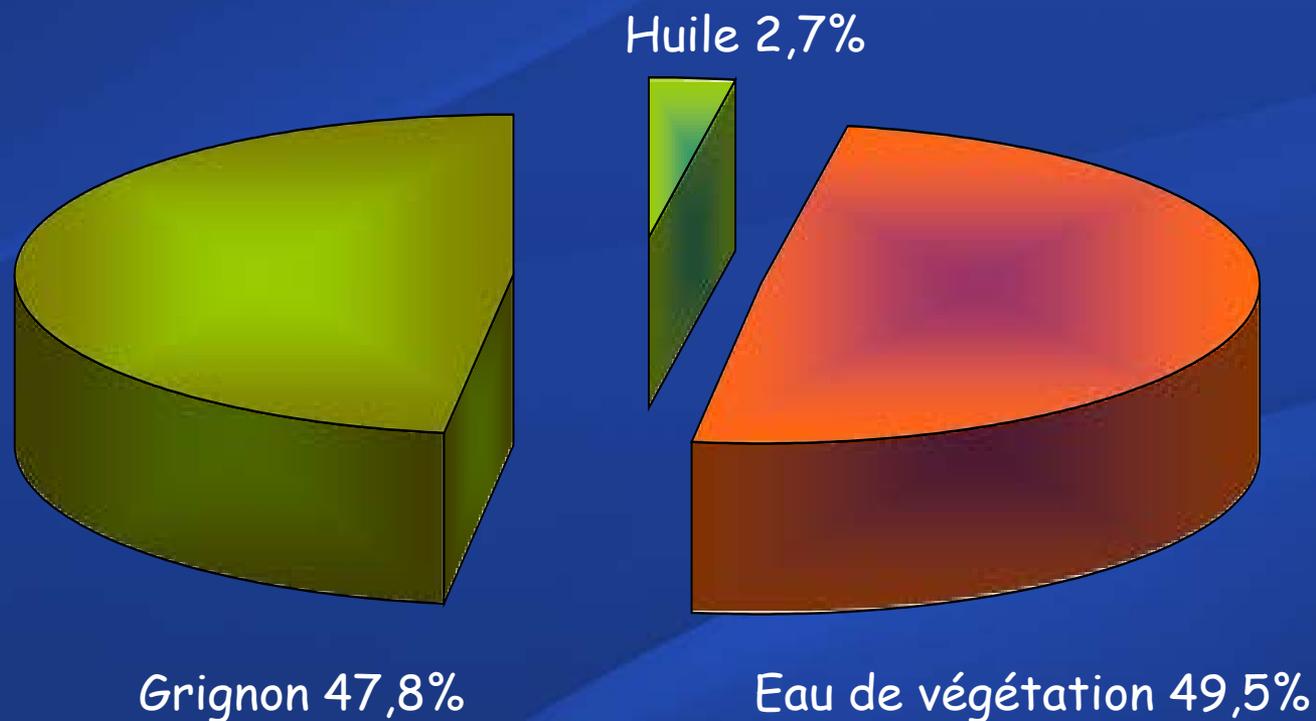
(IV) R = H: *forme*

R = OH: *forme*
aglycone.

(V) R = H: *p*-HPEA

R = OH: 3,4-DI

Distribution (%) des composés phénoliques entre l'huile et les produits secondaires de l'extraction mécanique



HUILE D'OLIVE VIERGE

COMPOSITION PHENOLIQUE

Acides Phénoliques et leurs dérivés

Acide Vanillique
Acide Syringique
Acide *p* - Coumarique
Acide *o* - Coumarique
Acide Gallique
Acide Cafféique
Acide Protocatechuique
Acide *p* - Hydroxybenzoïque
Acide Férulique
Acide Cinnamique
4-(acetoxyethyl)-1,2-Dihydroxybenzene
Acide Benzoïque

Alcools Phénoliques

3,4 DHPEA ((3,4-Dihydroxyphényl) éthanol)
p-HPEA ((*p*-Hydroxyphényl) éthanol)
(3,4-Dihydroxyphényl) éthanol-glucoside

Sécoiridoïdes

3,4 DHPEA-EDA (Forme Dialdéhydrique de l'acide décarboxyméthyl élénolique lié au 3,4-DHPEA)
p-HPEA-EDA (Forme Dialdéhydrique de l'acide décarboxyméthyl élénolique lié au p-HPEA)
3,4 DHPEA-EA (Oleuropein aglycon)
Ligstroside aglycone
Oléiuropéine
Dérivé du p-HPEA
Forme Dialdéhydrique de l'oléuropeine aglycone
Forme Dialdéhydrique du ligstroside aglycone

Lignans

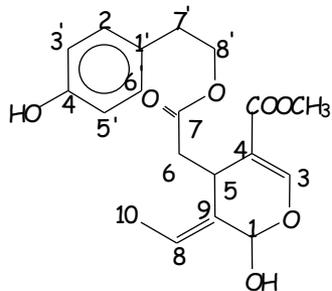
(+)-1-Acétoxypinorésinol
(+)-Pinorésinol

Flavones

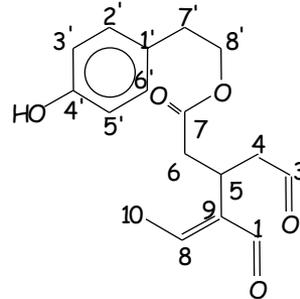
Apigénine
Lutéoline

Hydroxy-isocromans

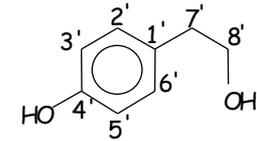
STRUCTURES CHIMIQUES DES DERIVES SECOIRIDOIDIQUES DE L'HUILE D'OLIVE VIERGE ET LES ALCOOLS PHENYLIQUES



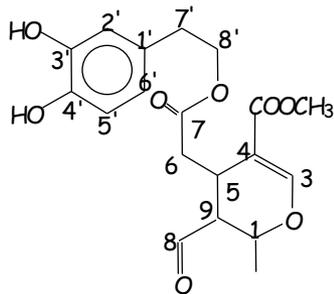
LIGSTROSIDE AGLYCON
(*p*-HPEA-EA)



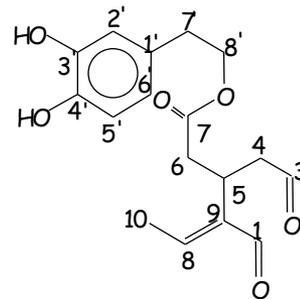
DIALDIALDEHYDIC FORM OF DECARBOXYMETHYL
ELENOLIC ACID LINKED TO *p*-HPEA
(*p*-HPEA-EDA) = OLEOCHANTAL



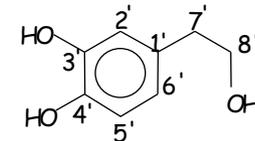
(*p*-HYDROXYPHENYL) ETHANOL
(*p*-HPEA = tyrosol)



OLEUROPEIN AGLYCON
(3,4-DHPEA-EA)



DIALDIALDEHYDIC FORM OF DECARBOXYMETHYL
ENOLIC ACID LINKED TO
3,4-HPEA
(3,4 DHPEA-EDA)

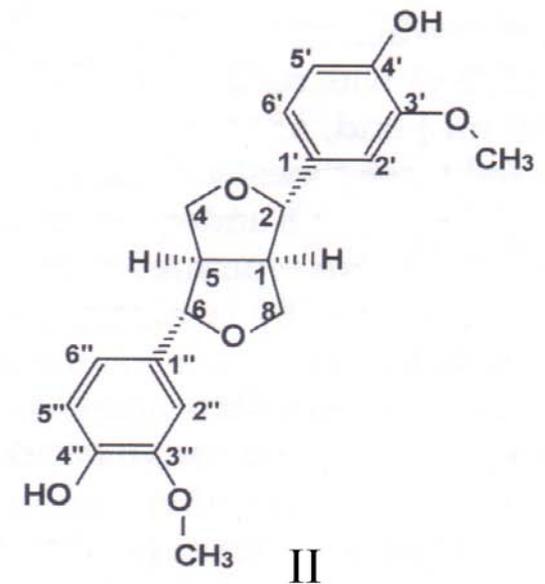
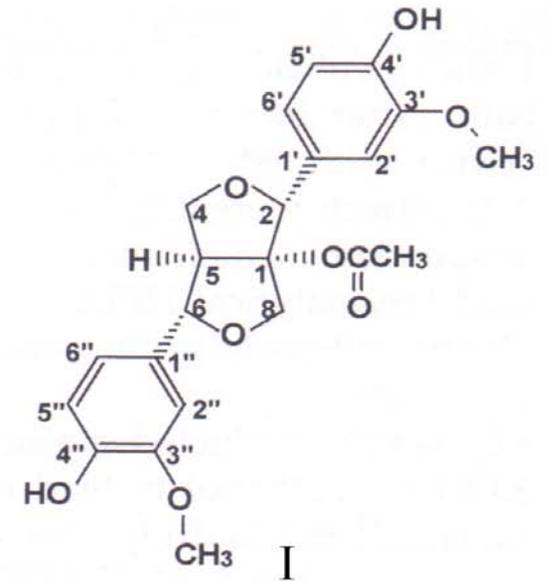


(3,4-DIHYDROXYPHENYL) ETHANOL
(3,4-DHPEA = hydroxytyrosol)

STRUCTURE CHIMIQUE DES LIGNANS TROUVES DANS L'HUILE D'OLIVE VIERGE

I. (+)-1- Acétoxypinorésinol

II. (+)-1-Pinorésinol



*L'INTÉRÊT INTENSE DANS LES POLYPHENOLS DE L'HUILE D'OLIVE
VIERGE PEUT ÊTRE ATTRIBUÉ À L'ASSOCIATION DE TELLES
SUBSTANCES AVEC PLUSIEURS ACTIVITÉS BIOLOGIQUES*



**ACTIVITE ANTYOXYDANTE
(DUREE DE VIE DE L'HUILE)**



PROPRIETES SANITAIRES



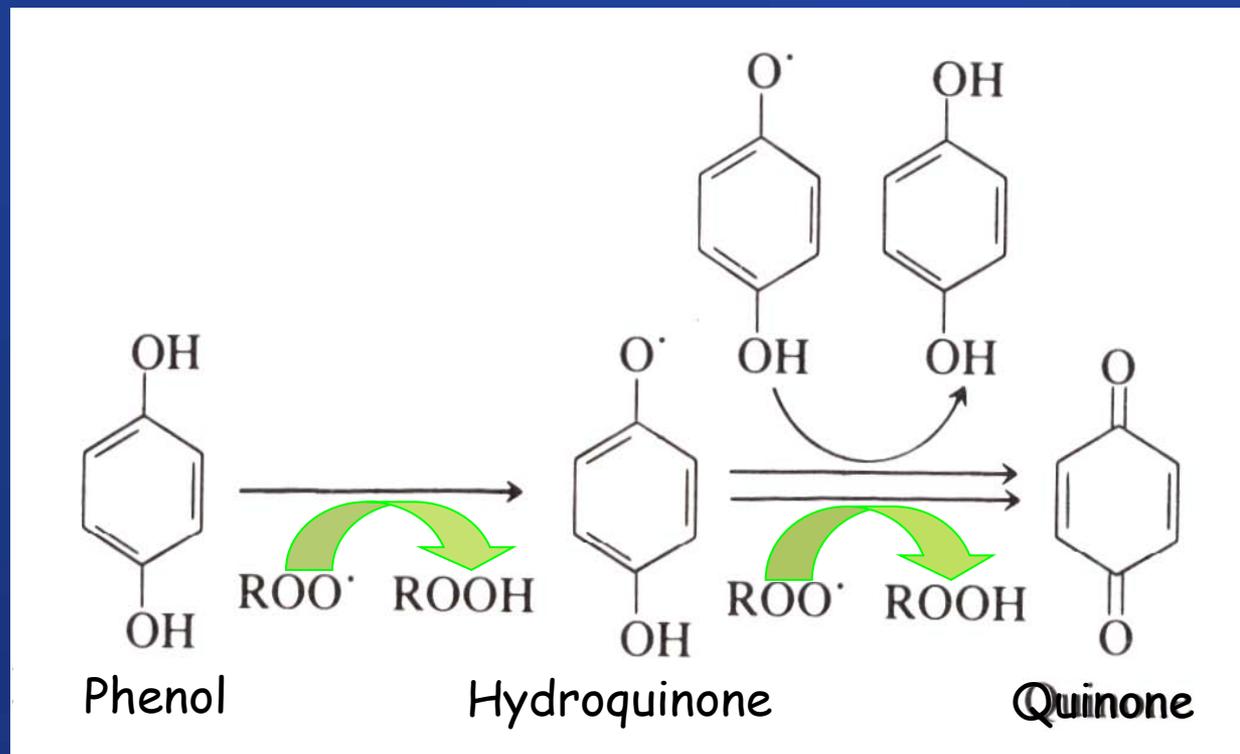
PROPRIETES SENSORIELLES

Activité Antioxydante des polyphénols dans l'huile d'olive vierge

Les Polyphénols ont le rôle d'antioxydants primaires pour inhiber l'oxydation de l'huile d'olive vierge

Agissent comme interrupteur de la chaîne en donnant un radical hydrogène aux radicaux alkylpéroxy produits par l'oxydation lipidique

FORMATION d'un radical stable durant cette réaction (radical scavenging).



Réduction des maladies cardio-vasculaires

- Inhibition de l'aggrégation des plaquettes.
- Participation dans la synthèse de thromboxane dans les cellules humaines.
- Inhibition de l'oxydation phospholipidique.
- Inhibition de l'oxidation des LDL colestero.

Prevention du cancer

- Induction de l'apoptose et de la différentiation pour les cellules tumorales.

Récemment le Panel NDA de l' European Food Safety Authority (EFSA), a accordé le claim sanitaire aux polyphénols de l'olive et de l'huile

"il y a évidence d'une relation cause et effet entre la consommation des polyphenols de l'huile d'olive, standardisé par le contenu d'hydroxytyrosol et ses dérivés et protection des particules de LDL du dommage oxydatif »

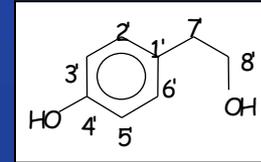
Selon le Panel ils devraient être quotidiennement assumés 5 mg de hydroxytyrosol et ses dérivés, fourni par un modéré use d'huile d'olive, en soulignant que quelques huiles d'olive ont une trop basse concentration en polyphenols pour apporter telle quantité en restant dans le contexte d'un régime équilibré

(EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). Polyphenols in olive related health claims. EFSA Journal 2011;9(4):2033).

PROPRIETES SENSORIELLES DES COMPOSES PHENOLIQUES DE L'HUILE D'OLIVE VIERGE (Andrewes et al., 2003).

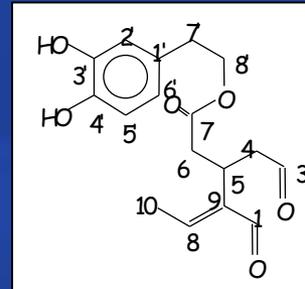
- Tyrosol (p-HPEA):

• astringent, non amer (e.t.t*.: 4,4-18)



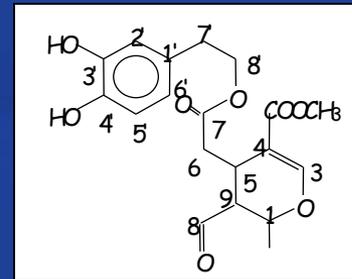
- 3,4-DHPEA-EDA:

• astringent, amer, brûlant/ piquant/engourdisant surtout sur la langue (e.t.t*.: 0,4-1,6)



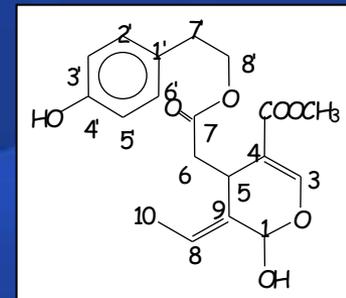
- 3,4-DHPEA-EA:

très amer, très astringent (e.t.t*.: 0,05-0,2)

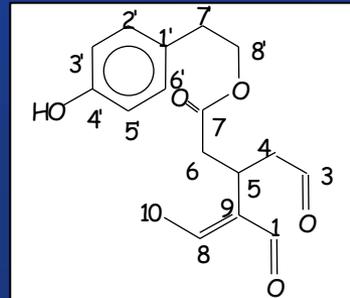


- p-DHPEA-EA:

astringent, peu brûlant, amer (e.t.t*.: 0,05-0,2)



- p-DHPEA-EDA:



très brûlant, Surtout à l'arrière de la gorge, légèrement amer, astringent (e.t.t*.: 0,4-1,6)

* e.t.t.= Seuil de goût estimé (mM)

VALEURS MOYENNES (mg/Kg) DES COMPOSES PHENOLIQUES TOTALES, DES HUILES D'OLIVES VIERGES QUANTIFIEES DANS 510 ECHANTILLONS OBTENUS DANS PLANTES INDUSTRIELLES (1) *Servili M. and GF. Montedoro (2002)*.

Moyenne

Max

Min

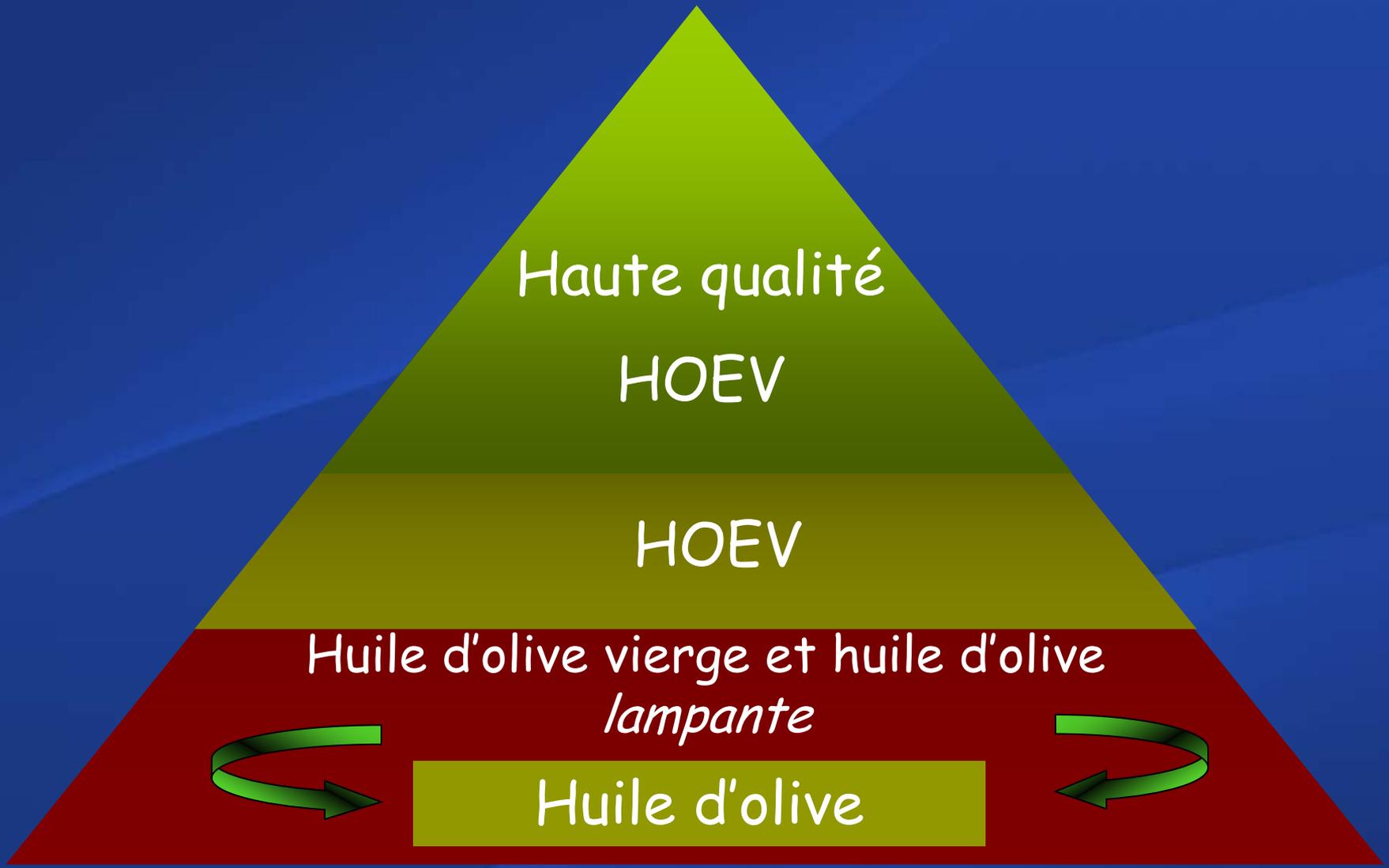
Phénols totaux

388.6

931.2

45.6

Les phénols totaux sont déterminés par HPLC selon *Montedoro et al., 1992*.



La voie de huile d'olive extra vierge
d'haute qualité



Valeurs de paramètres traditionnels plus bas que ceux de l'huile
d'olive extra vierge commerciale

	HOEV
Acidité (%)	$\leq 0,8$
Indice de peroxyde (meq O ₂ / Kg)	≤ 20
K ₂₃₂	$\leq 2,50$
K ₂₇₀	$\leq 0,22$
ΔK	$\leq 0,01$



Introduction des nouveaux paramètres liés à la qualité nutritionnelle :

Acide Oléique
Tocophérols
Phénols

HUILE D'OLIVE VIERGE
COMPOSITION VOLATILE

ALDEHYDES

Hexanal
2-Pentenal
4-Pentenal
Heptanal
(Z) 3-Hexenal
(E) 2-Hexenal (†)
Octanal
(E) 2-Heptenal
Nonanal
(E) 2-Octenal
(E, E) 2,4-Heptadienal
Decanal
Benzaldehyde
(E) 2-Nonenal
Pentanal
2,4-Heptadienal (i)
1,2-Cyclohexan-dicarboxaldehyde
Ethylbenzaldehyde
2,6- o 2,5- o 2,4-Dimethylbenzaldehyde
3-Phenyl-2-propenal

HETEROCYCLIC COMPOUNDS

CONTAINING OXIGEN

Tetrahydrofuran
2-Pentylfuran
Benzofuran
5-Methyl-dihydro-2(3H)-furanone
2-Methylbenzofuran

FREE ACIDS

Acetic acid
Formic acid
Propionic acid
Butyric acid

ALCOHOLS

Methanol
Ethanol
1-Propanol
2-Methyl-1-propanol
3-Pentanol
1-Butanol
1-Penten-3-ol
2-Methyl-1-butanol
3-Methyl-1-butanol
1-Pentanol
(E) 2-Penten-1-ol
(Z) 2-Penten-1-ol
1-Hexanol
(E) 3-Hexen-1-ol
(Z) 3-Hexen-1-ol
(E) 2-Hexen-1-ol
(Z) 2-Hexen-1-ol
1-Heptanol
2-Ethyl-1-hexanol
1-Octanol
2-Buthyl-1-octanol
1-Hexen-3-ol
2-Hepten-1-ol
1,2-Ethandediol
2-Hexyl-1-octanol
2-Buthoxyethanol
4-Methoxy-1-butanol
Benzyl alcohol
Phenyl-ethyl alcohol
2-Ethyl-1-decanol
3-Phenyl-2-propin-1-ol
Phenol

KETONES

3-Pentanone
1-Penten-3-one
3-Hydroxy-2-butanone
6-Methyl-5-hepten-2-one
Acetophenone
2-Octanone
3,5-Octadien-2-one
1-Methyl-2-pyrrolidinone

HIDROCARBONS

2-Methyl-1,3-butandiene
2-Methyl-1,3-butandiene (i)
Benzene
3-Ethyl-1,5-octadiene
3-Ethyl-1,5-octadiene (i)
Toluene
1,1-Dimethyl-2-(1-methyl-2-propenyl)-cyclopropane
1,1-Dimethyl-2-(2-methyl-2-propenyl)-cyclopropane (i)
Ethylbenzene
p-Xylene
o-Xylene
m-Xylene
1,2,4-Trimethylbenzene
1-Decene
1,3,7-Octatriene
Styrene
1,2,3-Trimethylbenzene
Limonene
(E, E) 2,4-Nonadhyene
p-Cymene
Diethoxyethane
(2-Methyl-1-propenyl) benzene
(2-Methyl-1-propenyl) benzene (i)
1,3-Divinylbenzene
Divinylbenzene
1-(Cyclohexylmethyl)-4-isopropylcyclohexane
Alfa-farnesene
Naphtalene

ESTERS

Ethyl acetate
Hexyl acetate
3-Hexenyl acetate
(Z) 4-Hexenyl acetate
(E) 2-Hexenyl acetate
methyl salicilate
Ethyl caprylate
1,2-Ethanediol diformate
Ethyl caprate
1,2-Etanediol monoformiate
Butyl caprate

LACTONES

Butyrolactone

ETHERS

Diethylene glycol

PHENOLS

Phenol

NITROGEN COMPOUNDS

Acetonitrile
Geranyl- or Neryl-nitrile
Benzonitrile

HALOGEN COMPOUNDS

Chloroform
Tetrachloroethylene

**LES SUBSTANCES VOLATILES LES PLUS
IMPORTANTES TROUVEES DAN L'HUILE
D'OLIVE VIERGE PAR HEADSPACE**

VOIES CHIMIQUES ET ENZYMATIQUES IMPLIQUÉES DANS LA GENÈSE DES COMPOSÉS VOLATILES DE L'HUILE D'OLIVE VIERGE

VOIE DE LA LOX



**HUILE
D'OLIVE
VIERGE
Composés
Volatiles**

*Clivage Homolytique
des 13-hydroperoxydes*



*Métabolisme des acides
gras*



*Conversion des
amino-acides*



*Fermentation Auto-oxydation
des sucres*



Sensation Odorale de quelques substances volatiles trouvées par différents auteurs par la combinaison entre sniff-detector et l'évaluation sensorielle.

Composés

Aldéhydes

propanal

hexanal

trans -2-pentenal

cis -2-pentenal

trans-2-hexenal

cis -2-hexenal

trans -3-hexenal

cis -3-hexenal

2,4-hexadienal

Alcools

ethanol

hexan-1-ol

trans -3-hexen-1-ol

cis -3-hexen-1-ol

trans -2-hexen-1-ol

Esters

methyl acetate

ethyl propanoate

ethyl isobutyrate

ethyl 2-methylbutyrate

ethyl 3-methylbutyrate

cis -3-hexenyl acetate

hexyl acetate

3-methylbutyl acetate

Odeurs

Bombon, piquant, floral

Vert, pomme, herbe coupé)

Vert, pomme, floral

Vert, Agréable

Amer, Amande, verte, pomme verte, grasse, amande amère

Herbe coupé

Verte, fruité, bombon

Artichaut, verte, florale

Feuilles vertes, herbeuses, vertes, pomme verte, feuille, herbe coupé

Herbe coupé

alcoolique, Pomme mûre, floral

fruité, aromatique, Doux, herbe coupé

fruité, grasse, piquant, herbe coupé

Banane, feuille, vert-fruité, piquant

vert, Herbeux, fruité, grasse,

ester

Bombon, Fraise, pomme

fruité

fruité

fruité

Banane verte, fruité, vert, feuilles vertes, floral, ester

Bombon, fruité, floral

banane

Comment produire an

ENVIRONNEMENT AGRONOMIQUE

CULTIVAR, CONDITIONS CLIMATIQUES, PRATIQUES
AGRONOMIQUES, IRRIGATION...



TECHNOLOGIE

BROYAGE, MALAXAGE, EXTRACTION,
CONDITIONNEMENT

Effet cultivar: concentration en composés phénoliques (mg/kg) de l'huile d'olive vierge obtenue à partir de différentes cultivars italiennes ⁽¹⁾. *Servili et al. (2004)*.

	<i>CORATINA</i>	<i>LECCINO</i>	<i>MORAILO</i>	<i>CAROLEA</i>	<i>CANINO</i>	<i>FRANTOIO</i>
3,4-DHPEA-EA	1,8 ± 0,8	3,0 ± 0,8	1,2 ± 0,0	2,1 ± 0,2	5,7 ± 1,23	1,2 ± 0,2
p-HPEA	3,2 ± 0,1	5,2 ± 0,7	2,6 ± 0,0	1,6 ± 0,8	4,1 ± 1,02	1,7 ± 0,2
3,4-DHPEA-EDA	390,6 ± 11,0	305,1 ± 12,9	291,3 ± 9,1	273,5 ± 6,2	264,1 ± 5,9	133,0 ± 3,0
p-HPEA-EDA	168,4 ± 5,2	129,1 ± 3,2	83,2 ± 1,0	163,3 ± 8,4	104,5 ± 5,2	48,6 ± 0,6
(+)-1-Acetoxypinoresinol	27,5 ± 1,1	4,9 ± 0,5	16,5 ± 1,0	28,0 ± 1,2	9,4 ± 1,0	12,1 ± 1,0
(+)-Pinoresinol	11,7 ± 0,8	28,4 ± 1,7	24,8 ± 0,3	11,7 ± 0,9	13,2 ± 1,2	8,1 ± 0,9
3,4-DHPEA-EA	287,1 ± 9,2	162,6 ± 32,5	174,3 ± 6,8	124,9 ± 3,1	109,2 ± 6,3	97,7 ± 1,0
Total phenols	890,3 ± 71,2	638,3 ± 55,1	593,8 ± 42,1	605,3 ± 50,1	510,2 ± 38,2	302,2 ± 20,3

Les valeurs sont le résultat de cinq différents échantillons d'huiles d'olive vierges (n = 5) ± deviation standard.

Effet cultivar: concentration en composés phénoliques (mg/kg) de l'huile d'olive vierge obtenue à partir de différents cultivars espagnols. (Servili et al., 2007 résultats non publiés).

	<i>ARBEQUINA</i>	<i>CORNICABRA</i>	<i>HOJIBLANCA</i>
3,4-DHPEA-EA	1,6 ± 0,4	6,0 ± 1,0	2,4 ± 1,3
p-HPEA	2,0 ± 0,6	12,6 ± 1,0	7,7 ± 0,5
3,4-DHPEA-EDA	95,1 ± 7,0	142,7 ± 5,4	120,6 ± 3,2
p-HPEA-EDA	49,8 ± 1,8	50,7 ± 2,4	27,3 ± 1,2
(+)-1-Acetoxypinoresinol	16,9 ± 1,1	5,5 ± 0,5	13,7 ± 0,9
(+)-Pinoresinol	6,2 ± 0,4	9,0 ± 0,9	6,5 ± 0,3
3,4-DHPEA-EA	44,5 ± 1,2	138,6 ± 6,0	95,3 ± 2,1
Total phenols	216,1 ± 15,2	365,0 ± 25,3	273,5 ± 18,2

Les valeurs sont le résultat de cinq différents échantillons d'huiles d'olive vierges (n = 5) ± deviation standard.

Effet cultivar: concentration en composés phénoliques (mg/kg) de l'huile d'olive vierge obtenue à partir de différents cultivars tunisiennes. (Servili et al., 2007 résultats non publiés).

	<i>PICHOLINE</i>	<i>CHETOUI</i>	<i>CHEMLALI</i>
3,4-DHPEA-EA	8,5 ± 0,13	4,6 ± 0,11	0,9 ± 2,72
p-HPEA	21,5 ± 0,21	6,9 ± 0,10	3,4 ± 2,73
3,4-DHPEA-EDA	200,3 ± 17,75	193,7 ± 5,17	80,0 ± 4,64
p-HPEA-EDA	85,6 ± 1,47	75,3 ± 0,93	53,1 ± 7,29
(+)-1-Acetoxypinoresinol	6,3 ± 0,18	17,5 ± 0,68	12,0 ± 7,97
(+)-Pinoresinol	43,8 ± 0,76	64,5 ± 0,67	11,2 ± 14,63
3,4-DHPEA-EA	151,6 ± 1,09	133,5 ± 1,27	84,5 ± 12,82
Total phenols	517,5 ± 41,2	496,0 ± 32,8	245,1 ± 15,1

Les valeurs sont le résultat de cinq différents échantillons d'huiles d'olive vierges (n = 5) ± deviation standard.

Comment produire an

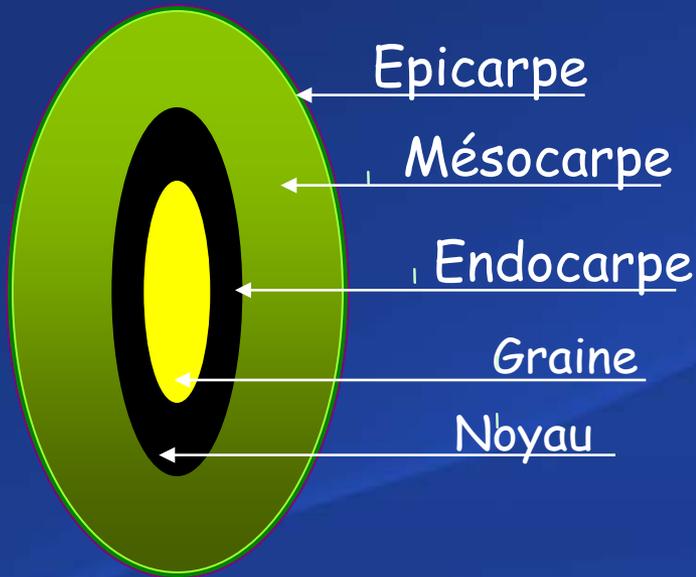
ENVIRONNEMENT AGRONOMIQUE

CULTIVAR, CONDITIONS CLIMATIQUES, PRATIQUES
AGRONOMIQUES, IRRIGATION...



TECHNOLOGIE

BROYAGE, MALAXAGE, EXTRACTION,
CONDITIONNEMENT



% par rapport au total

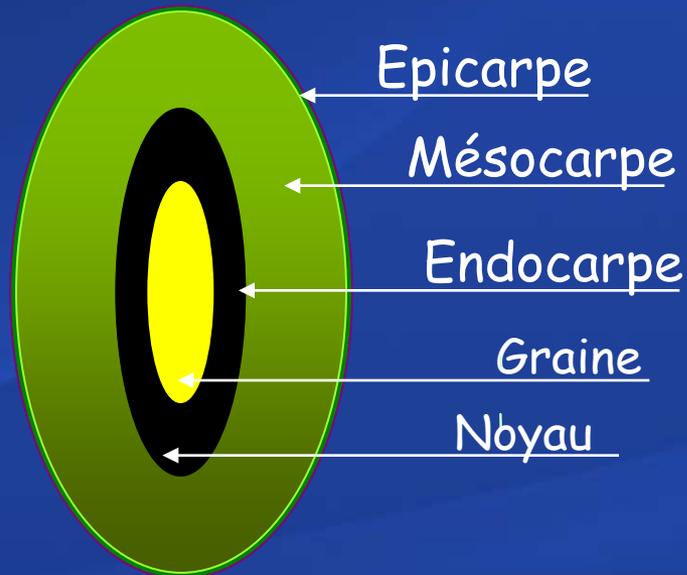
Epicarpe	1,5-3,5
Mesocarpe	70,0-81,5
Endocarpe	15,0-28,5
Graine	2,0-4,0
Noyau	11,0-24,5

Teneur en huile dans le fruit

épicarpe + mésocarpe	30%
Graine	35-40%

Distribution % de l'huile d'olive vierge dans les différentes parties constitutives du fruit

épicarpe + mésocarpe	98%-99%
Graine	1%-2%

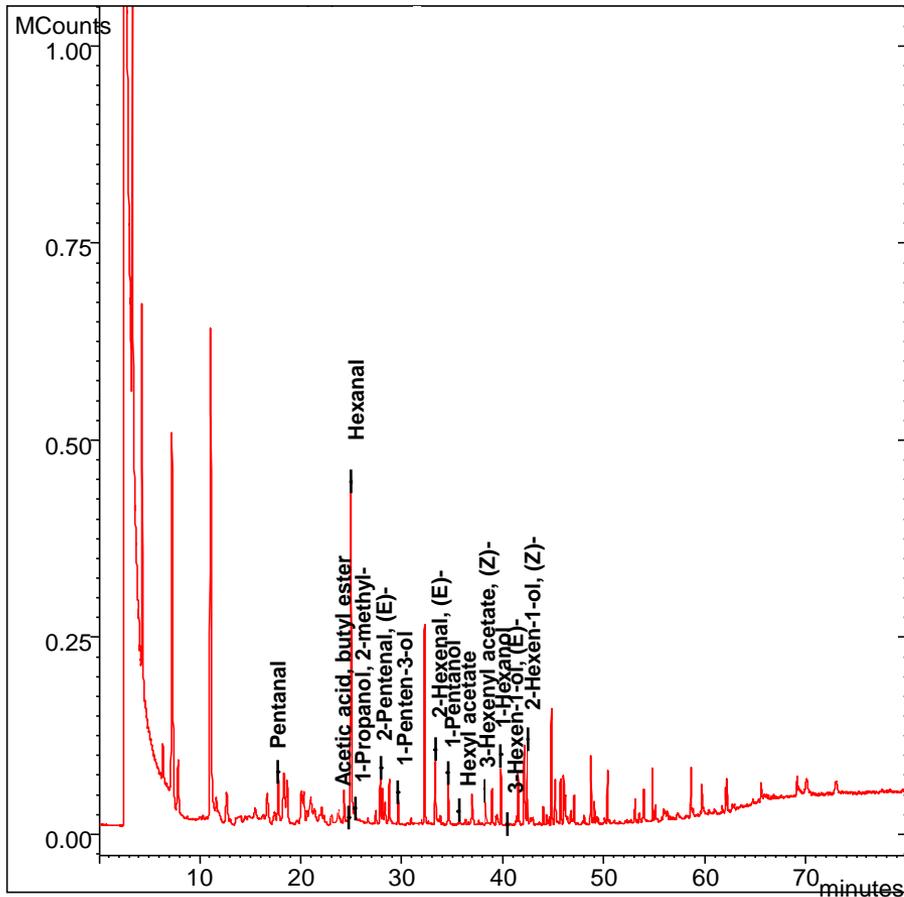


Distribution (%) des différentes activités enzymatiques du fruit

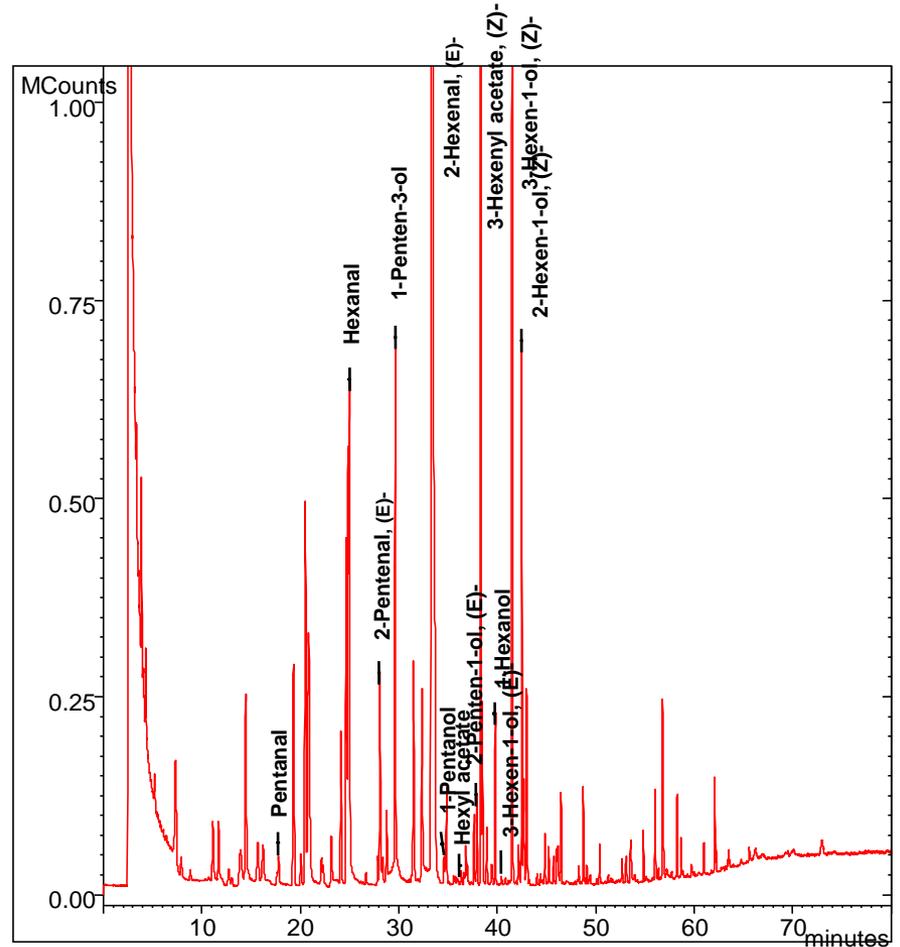
	épicarpe	mésocarpe	Graine
<i>Hydrolase</i>			
<i>Glycosidases</i>	0,0-5,0	73,0-97,5	0,5-7,0
<i>Cellulase</i>	6,0-12,5	66,5-88,0	5,5-22,0
<i>Polygalacturonase (PG)</i>	9,0-24,5	66,5-83,0	8,0-12,0
<i>Pectiméthylestérase (PME)</i>	-	98,0-99,5	0,5-2,0
<i>Oxydoréductase</i>			
<i>polyphénoloxydase (PPO)</i>	-	98,0-99,5	0,5-2,0
<i>Lipoxygénase (LPO)</i>	3,5-15,5	42,5-82,0	12,5-50,5
<i>péroxydase (POD)</i>	-	34,5-56,5	34,5-76,5

HS/GC-MS Chromatogramme de la composition volatile du noyau et de la pulpe broyés

GRAINE



PULPE



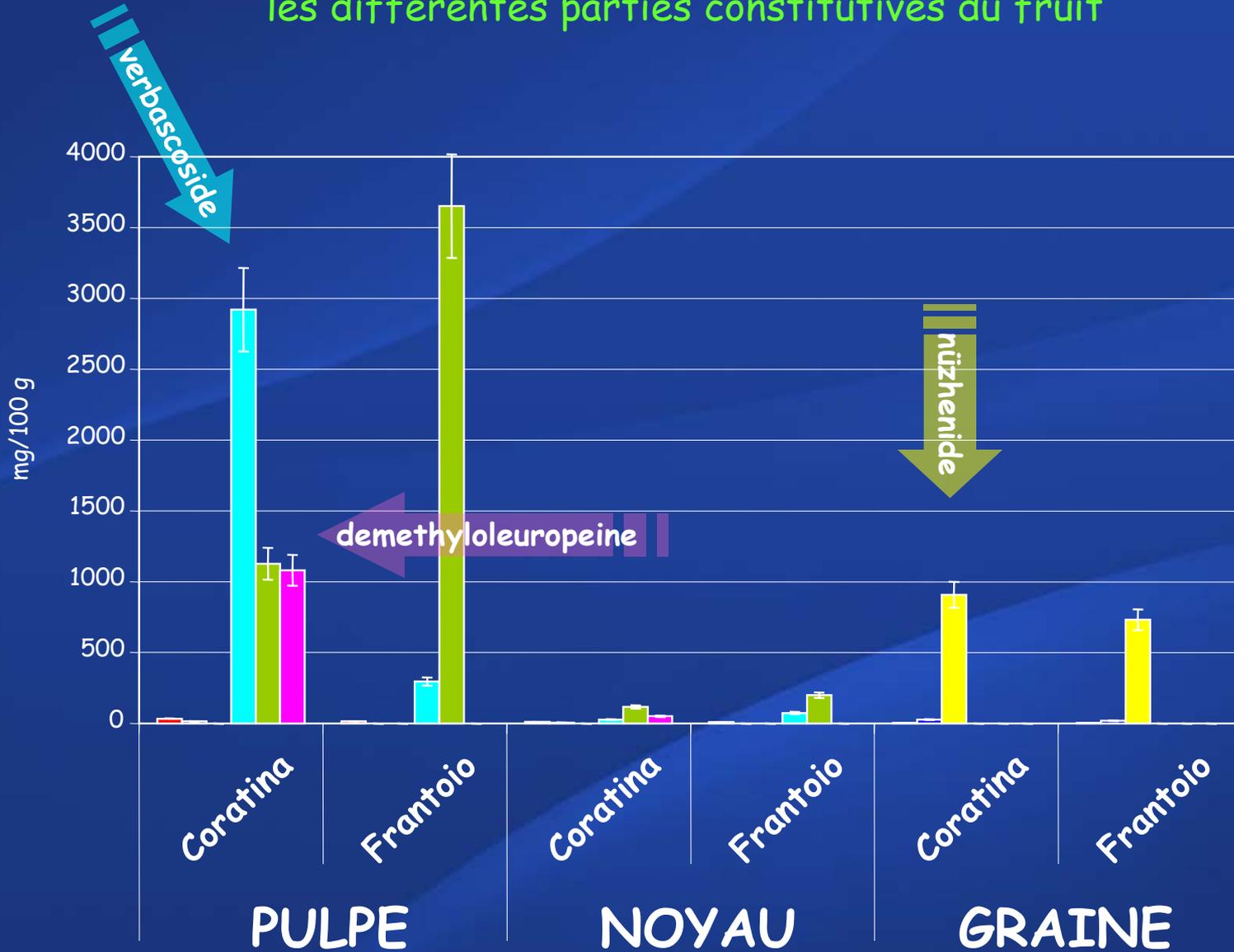
Composés volatils produits par la voie de la lipoxygénase des pulpes et des graines d'olives broyées des Cultivars Frantoio et Coratina ($\mu\text{g/g}$).

	FRANTOIO			CORATINA	
	Grains d'olives	pulpe		Grains d'olives	pulpe
ALDEHYDES					
2-Pentenal (<i>E</i>) ^z	0,28 (0.03) _a	0,74 (0.06) _b	2-Pentenal (<i>E</i>) ^z	0,16 (0.02) _a	0,78 (0.01) _b
Hexanal	6,39 (0.55) _a	2,97 (0.04) _b	Hexanal	4,38 (1.4) _a	3,22 (1.51) _a
2-Hexenal (<i>E</i>)	1,22 (0.46) _a	51,35 (1.94) _b	2-Hexenal (<i>E</i>)	0,13 (0.03) _a	44,48 (0.16) _b
2,4 - Hexadienal (<i>E,E</i>)	0,10 (0.02) _a	0,49 (0.02) _b	2,4 - Hexadienal (<i>E,E</i>)	-	0,52 (0.07)
ALCOOLS					
1-Pentanol	0,54 (0.01) _a	0,57 (0.08) _a	1-Pentanol	0,23 (0.01) _a	0,39 (0.06) _b
2-Penten - 1-ol (<i>E</i>)	0,03 (0.00) _a	0,19 (0.00) _b	2-Penten - 1-ol (<i>E</i>)	0,63 (0.04) _a	0,02 (0.00) _b
1-Penten - 3-ol	0,42 (0.04) _a	2,07 (0.03) _b	1-Penten - 3-ol	0,75 (0.15) _a	0,50 (0.03) _a
1-Hexanol	0,68 (0.02) _a	0,34 (0.02) _b	1-Hexanol	0,74 (0.04) _a	0,31 (0.06) _b
3-Hexen-1-ol (<i>E</i>)	0,01 (0.00) _a	0,01 (0.00) _a	3-Hexen-1-ol (<i>E</i>)	0,03 (0.00) _a	0,01 (0.00) _b
3-Hexen-1-ol (<i>Z</i>)	0,22 (0.00) _a	0,79 (0.03) _b	3-Hexen-1-ol (<i>Z</i>)	1,93 (0.10) _a	0,16 (0.02) _b
2-Hexen-1-ol (<i>Z</i>)	37,40 (0.18) _a	24,93 (1.24) _b	2-Hexen-1-ol (<i>Z</i>)	33,82 (3.35) _a	14,21 (2.64) _b

^zI risultati sono la media di tre determinazioni indipendenti \pm dev. standard

Les composés volatils étaient évalués après broyage des graines et des pulpes dans un mortier.

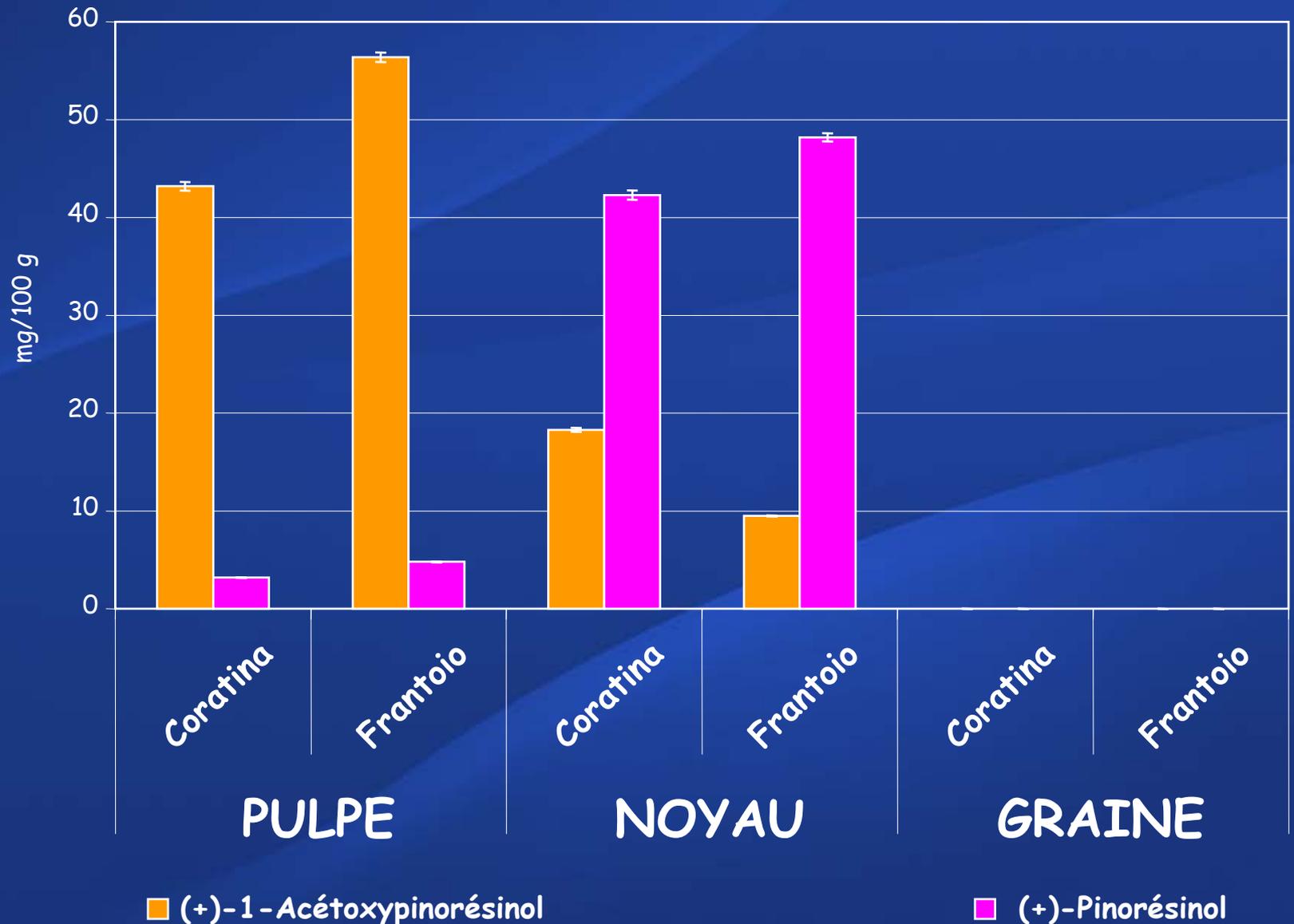
Distribution des dérivés Sécoiridoïdiques et cinnamiques (mg/100g) dans les différentes parties constitutives du fruit



■ 3,4-DHPEA
 ■ p-HPEA
 ■ Nüzhenide
 ■ Verbascoside
 ■ Oleuropéine
 ■ Demethyloleuropeine

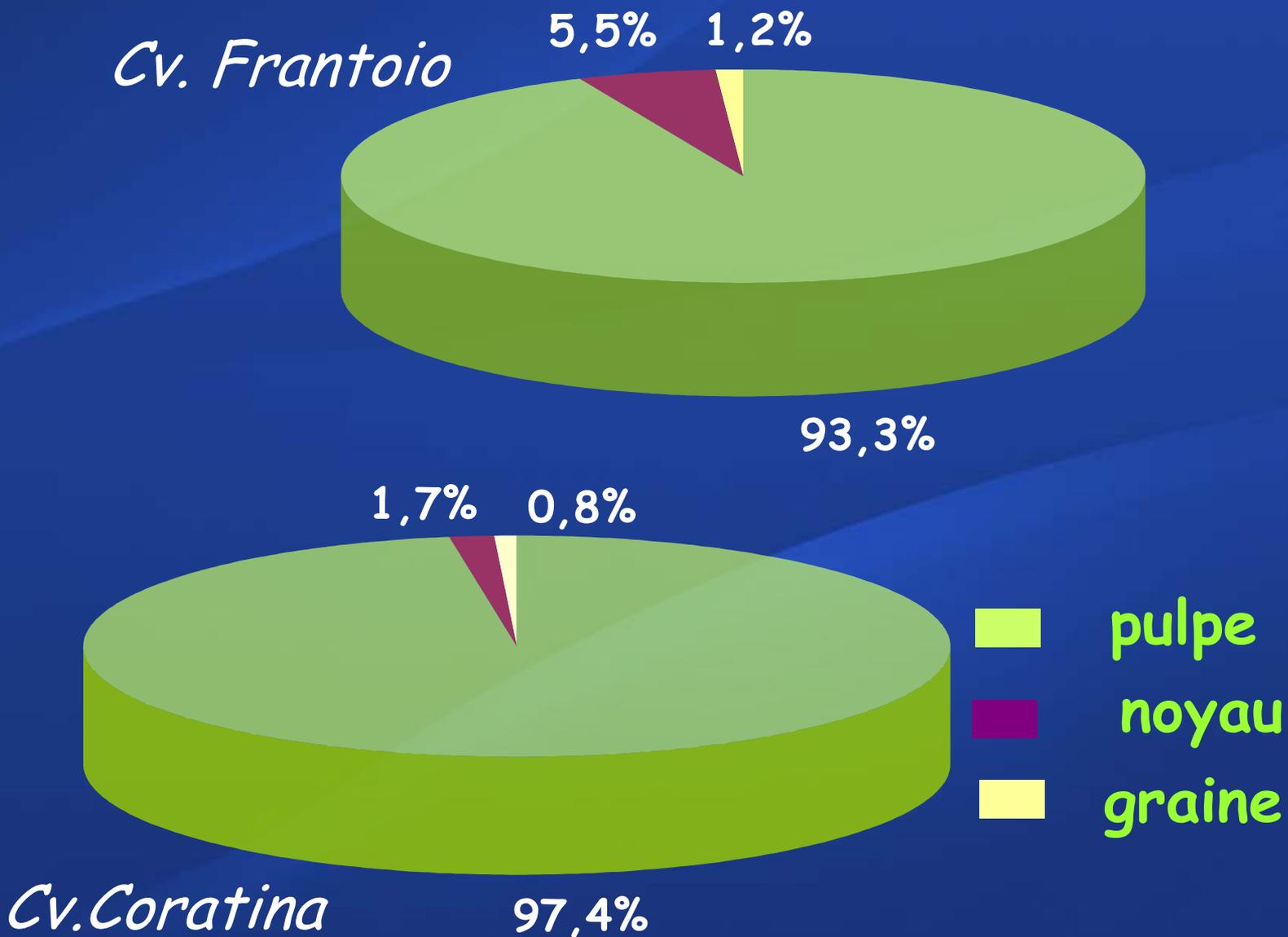
Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes ± déviation standard

Distribution des Lignans (mg/100 g) des les différentes parties constitutives du fruit



Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes \pm déviation standard

Distribution générale (%) des composés phénoliques dans les différentes parties constitutives du fruit



BROYAGE

MALAXAGE

modifiant:

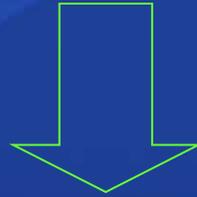
Composition phénolique et volatile de l'huile.

Effet:

propriétés sensorielles et sanitaires de l'huile

Nouvelle approche au processus de broyage

But: Impact sélectif du broyage sur l'activation des enzymes endogènes.



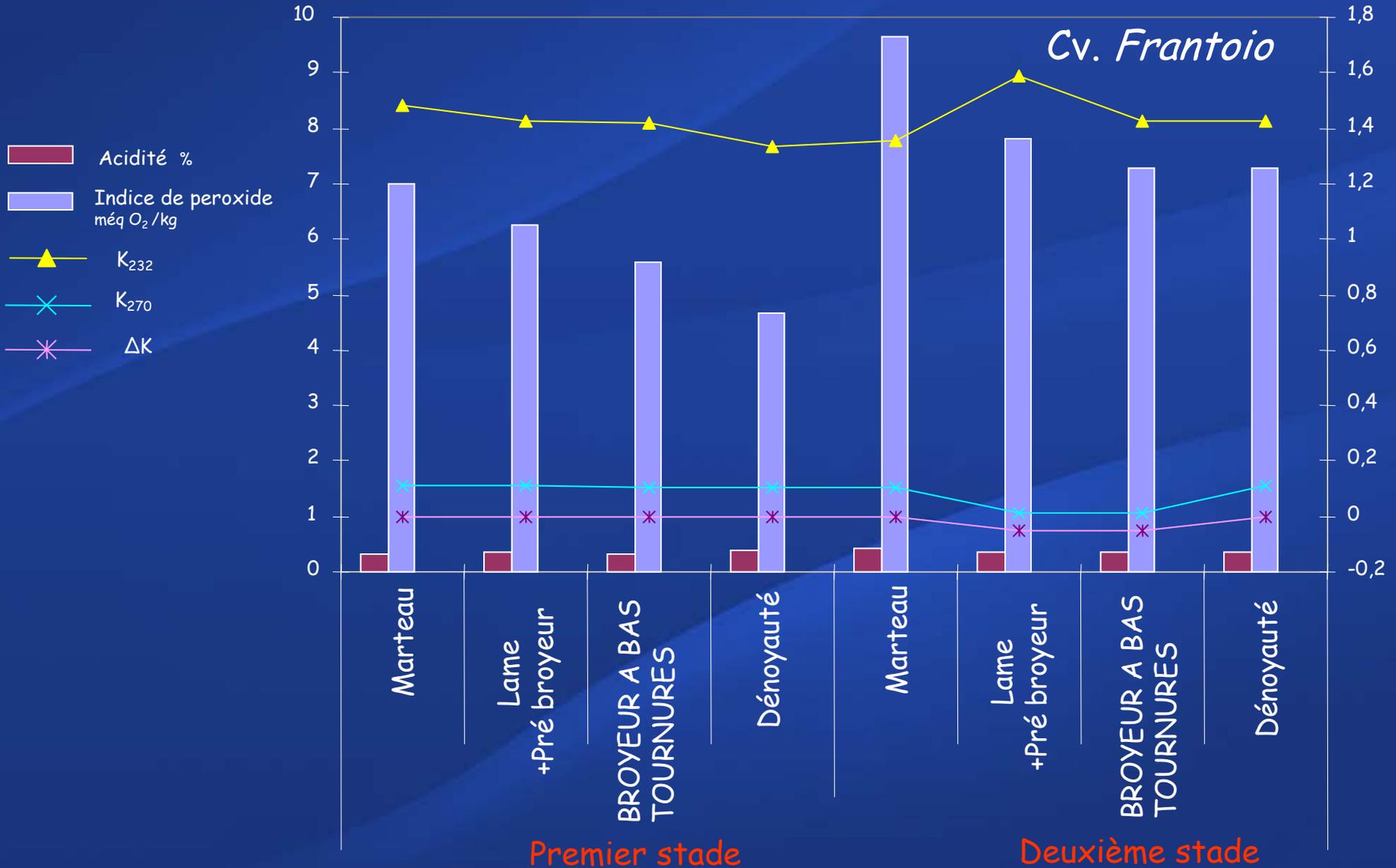
Solution potentielle:

nouvelles technologies de broyage ayant un impact différentiel sur les parties constitutives du fruit



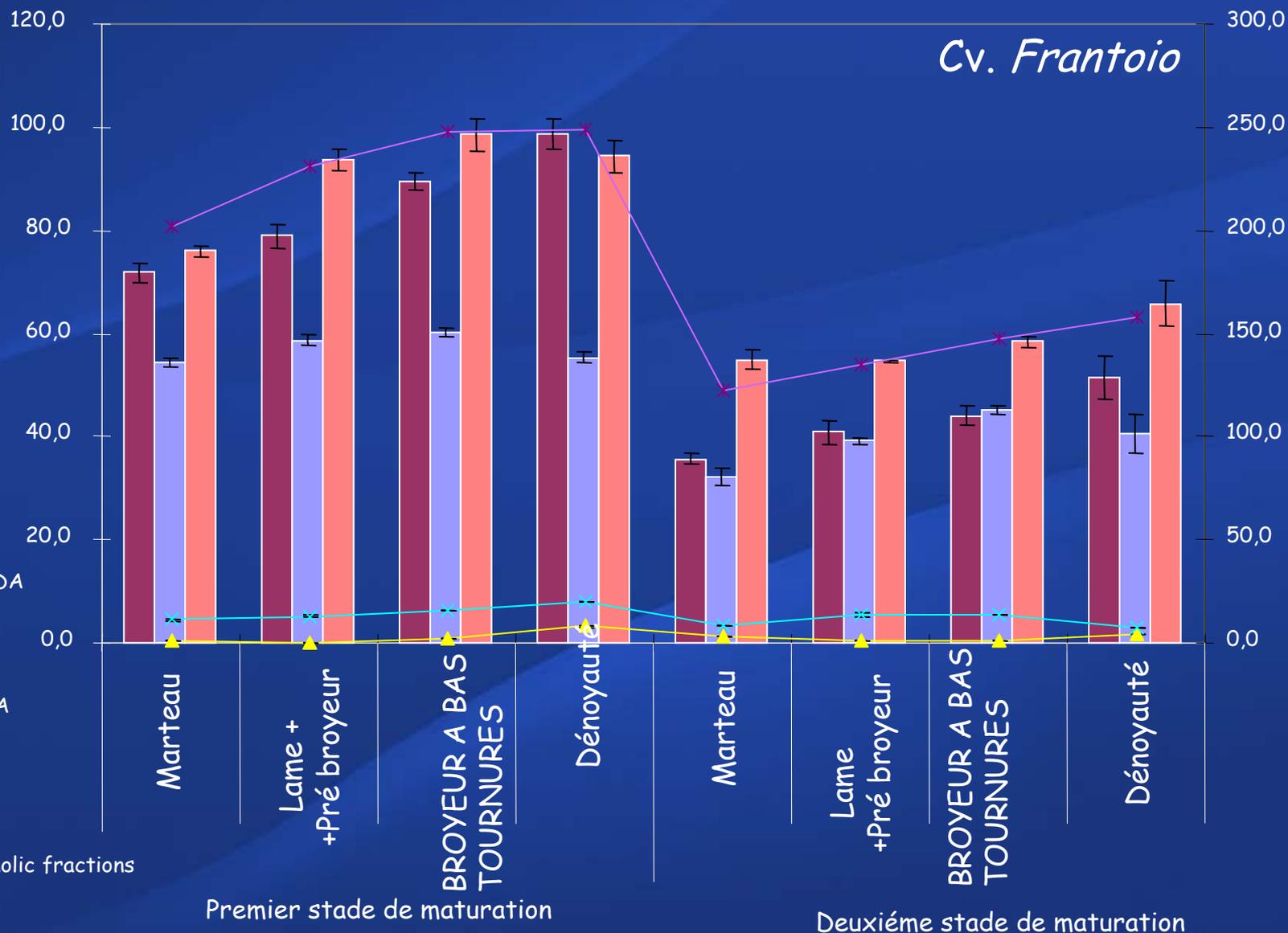
dénoyautage, broyeur à Lame, broyeur à dents, pré broyeur, broyeur à bas tournures, broyeur à marteau à double gril.

Effet des différentes méthodes de broyage sur les paramètres mercéologiques de base de l'huile d'olive vierge (mg/kg). (Servili et al., 2007 résultats non publiés).



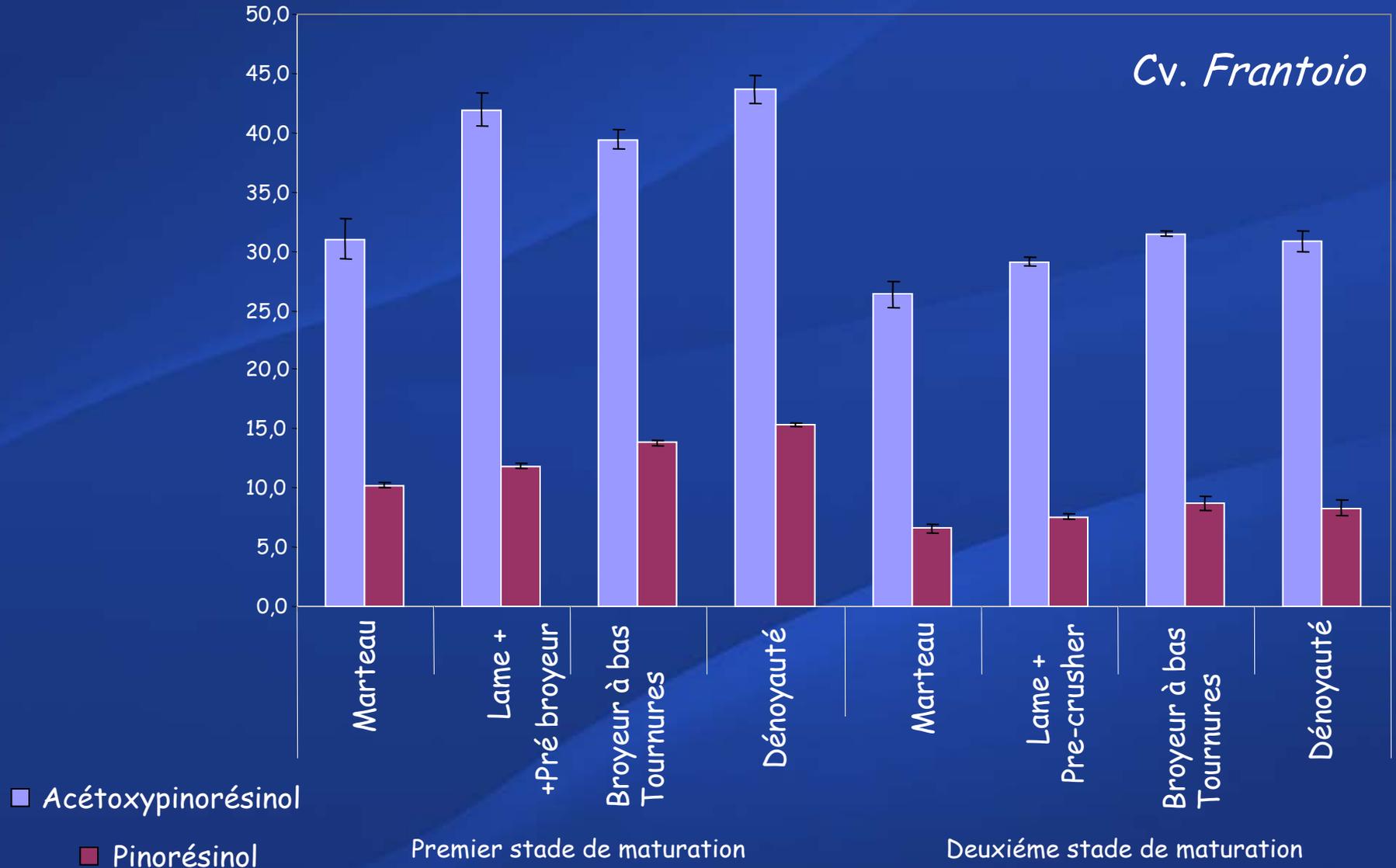
Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes ± déviation standard

Effet des différentes méthodes de broyage sur la composition phénolique de l'huile d'olive vierge (mg/kg). (Servili et al., 2007 résultats non publiés).



Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes ± déviation standard

Effet des différentes méthodes de broyage sur la composition en lignans de l'huile d'olive vierge (mg/kg). (Servili et al., 2007 résultats non publiés).



Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes \pm déviation standard

Effet des différentes méthodes de broyage sur les composés volatiles de l'huile d'olive vierge (mg/kg) dans le Cv. *Frantoio* ($\mu\text{g}/\text{Kg}$). (Servili et al., 2007 résultats non publiés).

	Marteau	Lame + + pré-Broyeur	Broyeur à bas <i>Tournures</i>	Dénoyauté
aldhéyles				
Pentanal	236,5 \pm 4,0	273,4 \pm 2,1	17,9 \pm 1,0	66,5 \pm 6,7
Hexanal	280,0 \pm 2,9	511,4 \pm 35,7	553,7 \pm 0,3	579,6 \pm 5,3
2-Pentenal (<i>E</i>)	10,7 \pm 0,3	13,2 \pm 0,9	94,8 \pm 1,8	16,6 \pm 1,0
2-Hexenal (<i>E</i>)	43600,6 \pm 327,0	44718,9 \pm 207,8	39811,6 \pm 587,4	52228,1 \pm 521,0
2,4-Esadyenal (<i>E,E</i>)	19,4 \pm 0,1	42,0 \pm 3,5	341,6 \pm 14,4	88,9 \pm 5,4
2-Heptenal (<i>E</i>)	0,0 \pm 0,0	0,0 \pm 0,0	158,2 \pm 10,0	72,0 \pm 3,7
alcools				
1-Pentanol	167 \pm 5,2	94,5 \pm 4,7	23,3 \pm 0,7	62,6 \pm 1,4
2-Penten-1-ol (<i>E</i>)	166 \pm 11,3	91,4 \pm 5,1	52,4 \pm 3,5	104 \pm 7,4
1-Penten-3-ol	960,3 \pm 53,2	899 \pm 43,3	522 \pm 49,2	300 \pm 28,2
1-Hexanol	1788 \pm 57	2152 \pm 74	512 \pm 41	1501 \pm 56
3-Hexen-1-ol (<i>Z</i>)	88,4 \pm 22,2	103,6 \pm 10,1	49,2 \pm 2,3	77,0 \pm 5,1
3-Hexen-1-ol (<i>E</i>)	22,2 \pm 0,2	20,2 \pm 0,1	9,9 \pm 0,2	20,4 \pm 0,5

Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes \pm déviation standard

Nouvelle approche pour le processus de Malaxage

But: contrôle des réactions enzymatiques qui oxydent les phénols et produisent des composés volatiles de l'arôme de l'huile



Malaxeur traditionnel
(malaxeur ouvert)



Paramètres technologiques:

- Temps
- Température



Nouveau malaxeur
(malaxeur couvert)



Paramètres technologiques:

- Temps
- Température
- Oxygène contrôlé

Effet des différentes températures de malaxage sur la composition phénolique de l'huile d'olive vierge obtenue en utilisant un malaxeur traditionnel¹. (Servili et al., 1993).

Composés phénoliques (mg/kg d'huile)	Broyée et Pressée	Malaxée et Pressée			
		20 °C	30°C	40°C	50°C
3,4-DHPEA-EDA ⁽¹⁾	664,2	85,8	27,3	36,8	40,8
<i>p</i> -HPEA-EDA	81,2	77,5	83,1	70,7	75,9
(+)-1-Acétoxypinorésinol	187,0	182,7	174,9	168,8	169,5
3,4-DHPEA-EA	275,3	52,9	28,2	18,8	7,3
Phénols Simples	123,4	155,6	114,7	56,4	54,4
Polyphénols Totaux ⁽²⁾	635,7	231,3	119,7	99,3	83,3

¹ Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes \pm déviation standard. Les fractions phénoliques sont déterminées par HPLC selon la méthode de Montedoro et al., 1992. ²I polyphénols Totaux sont évalués selon Montedoro et al., 1989.

Effet des différentes températures de malaxage sur la composition phénolique de l'huile d'olive vierge obtenue en utilisant un malaxeur traditionnel¹ (Servili et al., 1993).

	FRUITS		PATES	
	Directement Pressés	Broyés et pressés	Malaxées et Pressées	
			30 min	60 min
Polyphénols totaux (mg/kg)	572,7 ^{a1}	60,03 ^a	263,3 ^b	147,4 ^c
Phénols simples	75,6 ^a	77,4 ^a	72,0 ^b	53,1 ^a
Phénols hydrolysables	1032,2 ^a	920,1 ^a	557,4 ^b	275,0 ^c
3,4-DHPEA	465,5 ^a	411,0 ^a	236,1 ^b	39,3 ^c
<i>P</i> -HPEA	127,8 ^a	87,5 ^a	88,7 ^a	55,8 ^a
Lignans	178,2 ^a	155,6 ^a	143,9 ^a	133,5 ^a
Oléiuropéine Aglicone	261,4 ^a	256,1 ^a	88,8 ^b	45,5 ^b

¹ Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes ± déviation standard. Les fractions phénoliques sont déterminées par HPLC selon la méthode de Montedoro et al., 1992. Les polyphénols Totaux sont évalués selon Montedoro et al., 1989.

Nouvelle approche pour le processus de Malaxage

But: contrôle des réactions enzymatiques qui oxydent les phénols et produisent des composés volatiles de l'arôme de l'huile



Malaxeur traditionnel
(malaxeur ouvert)



Paramètres technologiques:

- Temps
- Température



Nouveau malaxeur
(malaxeur couvert)



Paramètres technologiques:

- Temps
- Température
- Oxygène contrôlé

Effet des différentes températures de malaxage sur la composition phénolique (mg/kg) de l'huile d'olive vierge (Cv. Coratina) obtenue en utilisant le nouveau malaxeur couvert (Servili, 2007 résultats non publiés).

Composés Phénoliques	Température de malaxage	
	25 °C	35 °C
Évalué per CLHP		
3,4-DHPEA	1,7 ± 0,04	4,7 ± 0,011
<i>p</i> -HPEA	5,9 ± 0,04	7,9 ± 0,010
3-4 DHPEA-EDA	334,1 ± 15,9	396,3 ± 20,2
<i>p</i> -HPEA-EDA	160,3 ± 9,7	142,2 ± 11,4
(+)-1-acétoxypinorésinol	22,1 ± 0,4	27,9 ± 0,2
(+)-1-Pinorésinol	8,3 ± 0,1	10,4 ± 0,02
3-4 DHPEA-EA	202,5 ± 12,3	235,6 ± 13,3
Évalué par Colorimétrie		
Polyphénols totaux	547,3 ± 7,4	666,6 ± 7,4
Ortho-diphénols	256,3 ± 4,1	284,6 ± 5,6

¹ Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendantes ± déviation standard. Les fractions phénoliques sont déterminées par HPLC selon la méthode de Montedoro et al., 1992. Les polyphénols Totaux sont évalués selon Montedoro et al., 1989.

Effet des différentes températures de malaxage sur la fraction volatile ($\mu\text{g}/\text{kg}$) de l'huile d'olive vierge obtenue en utilisant le nouveau malaxeur couvert (Servili et al., 2003).

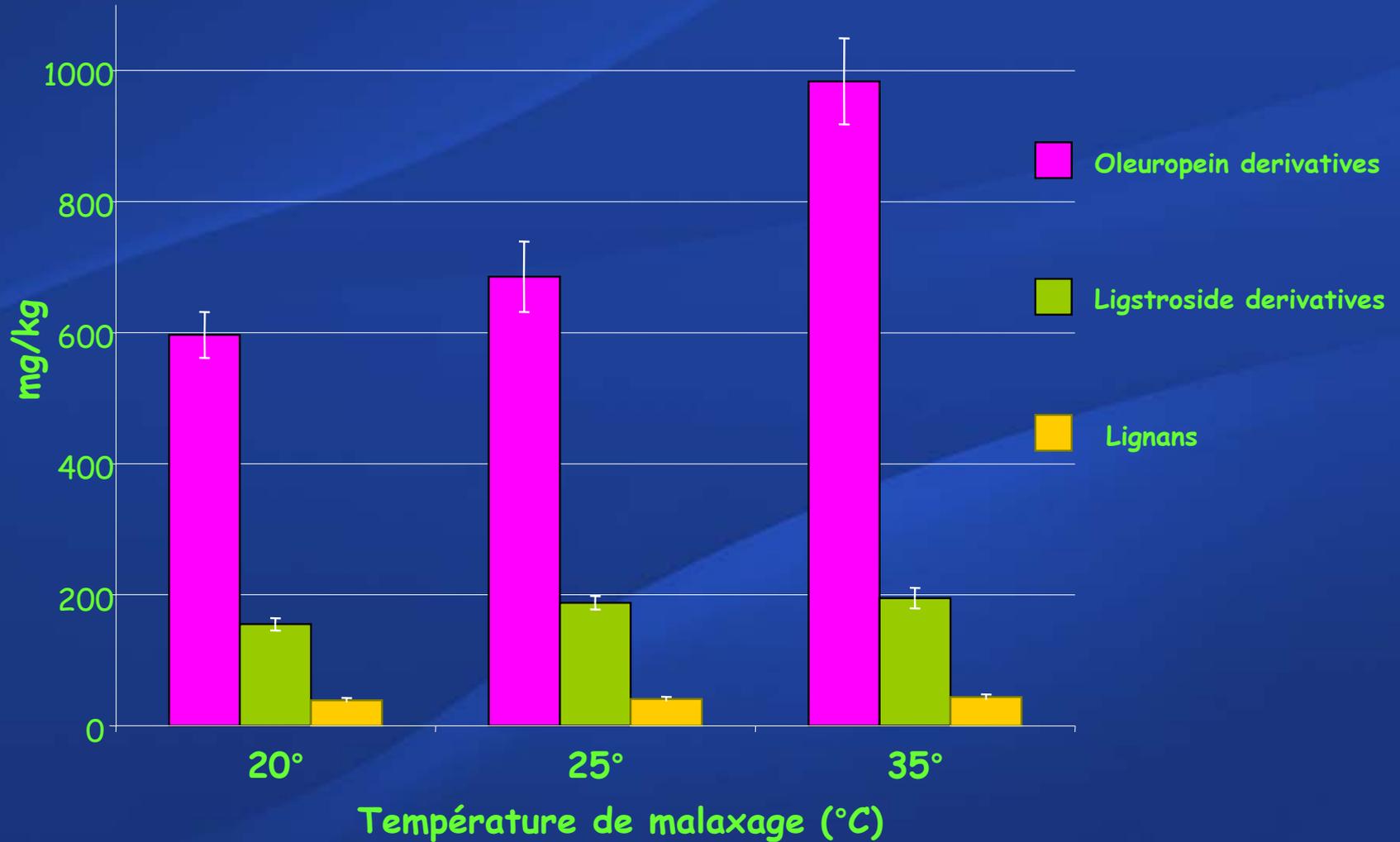
Composés volatils	<i>Cv. Frantoio</i>		<i>Cv. Moraiolo</i>	
	24°C	36°C	24°C	36 °C
Hexanal ¹	11306 ± 1129	5286 ± 527	3978 ± 395	2999 ± 299,9
2-Hexanal (Z)	5721 ± 574	6647 ± 665	5240 ± 518	2463 ± 2393
2-Hexanal (E)	872600 ± 85360	575053 ± 56905	310877 ± 31058	194769 ± 19517
3-Hexenyl Acetate	9189 ± 919	6529 ± 653	2383 ± 235,3	1928 ± 191
4-Hexenyl Acetate (Z)	56964 ± 5698	34484 ± 3447	83736 ± 8378	15422 ± 1540
3-Hexen-1-ol	16058 ± 1606	13094 ± 1307	84738 ± 8464	21121 ± 2110
Hexyl Acetate	18849 ± 1885	9449 ± 945	1761 ± 179,1	- ± -

¹ Les résultats sont la moyenne de trois déterminations indépendentes ± déviation standard. La fraction volatile est déterminée par HS-SPME-GC/MS selon la méthode de Servili et al., 1999.

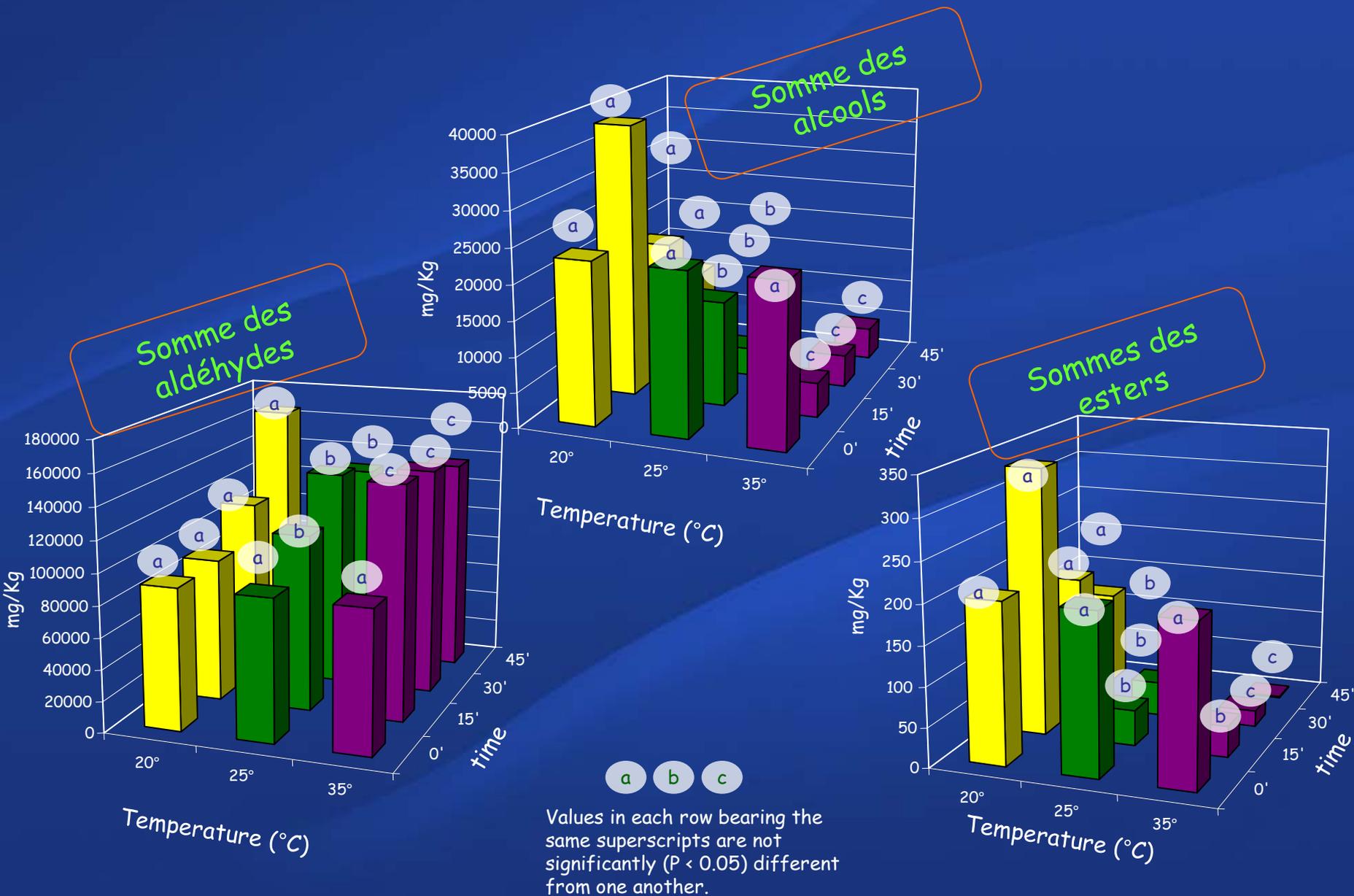
Composition Phénolique de l'huile à la fin du processus d'extraction

le processus de malaxage est effectué dans des malaxeurs couverts avec une teneur faible en O₂ (30KPa).

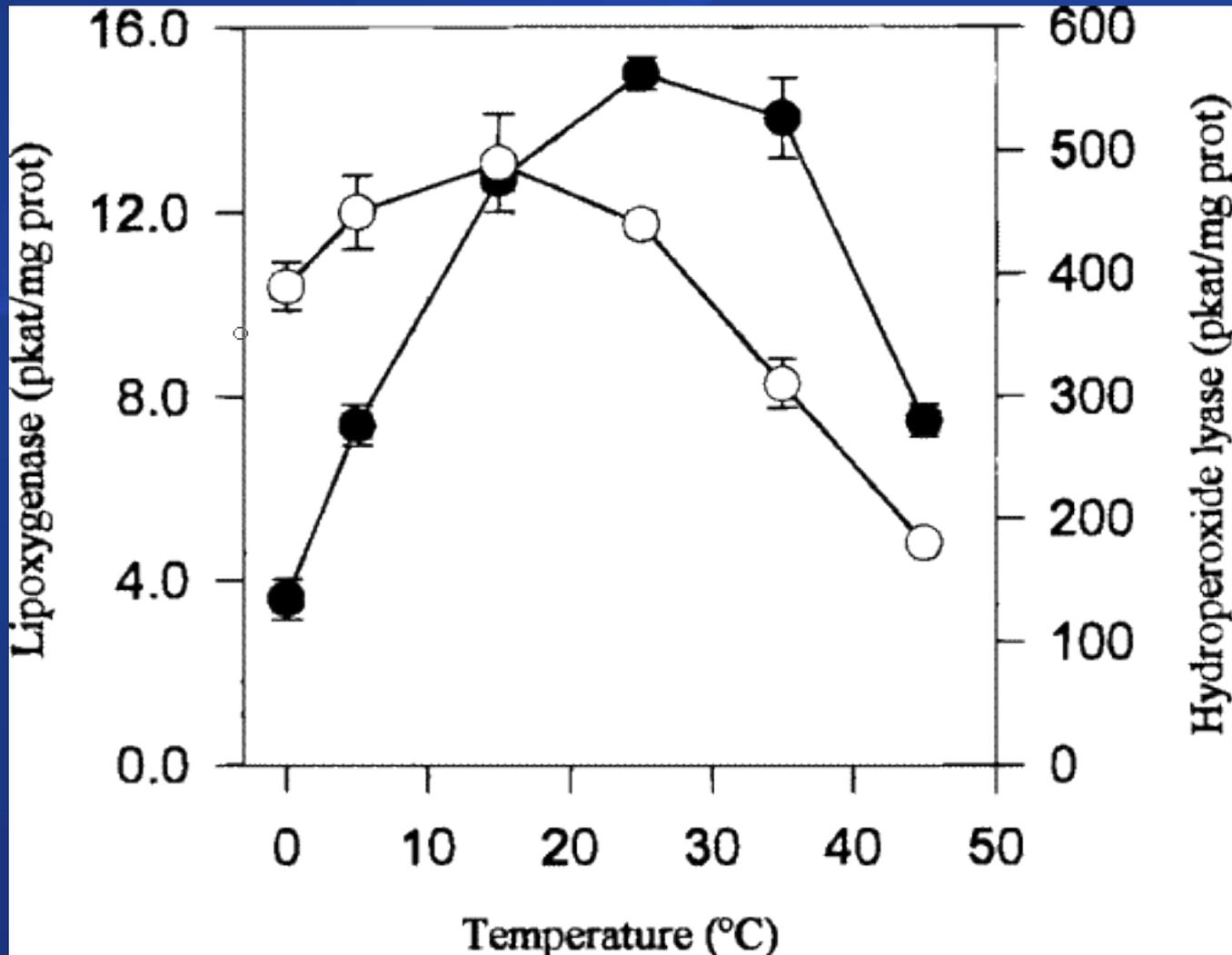
Servili et al., 2011



Teneurs en Composés volatiles (mg/Kg) issus de la voie de LPO dans l'huile pendant le processus de malaxage effectué dans des malaxeurs couverts avec une teneur faible en O₂ (30KPa). *Servili et al., 2011.*



Evolution de l'activité de la lipoxygénase (.) et de l'hydroperoxyde-lyase (◐). en fonction de la température. *Salas et Sanchez, 1999* .



Nouvelle approche pour le processus de Malaxage

But: contrôle des réactions enzymatiques qui oxydent les phénols et produisent des composés volatiles de l'arôme de l'huile



Malaxeur traditionnel
(malaxeur ouvert)



Paramètres technologiques:

- Temps
- Température



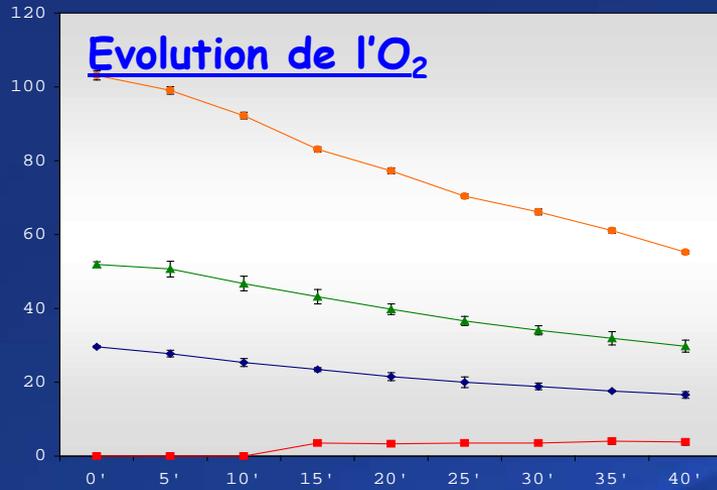
Nouveau malaxeur
(malaxeur couvert)



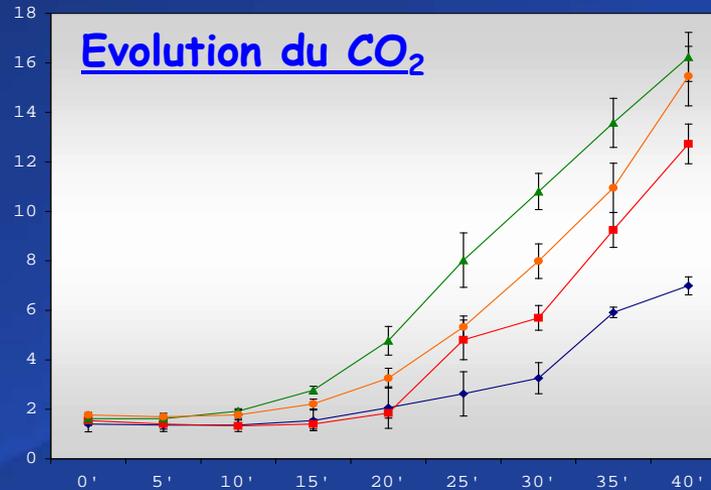
Paramètres technologiques:

- Temps
- Température
- Oxygène contrôlé

Evolution de l'O₂



Evolution du CO₂



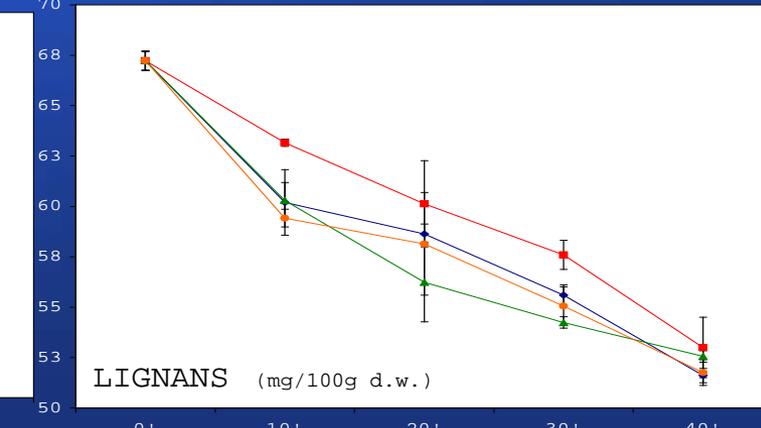
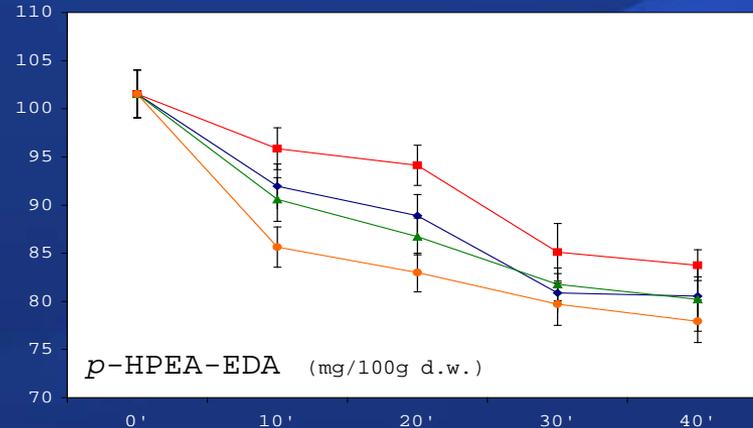
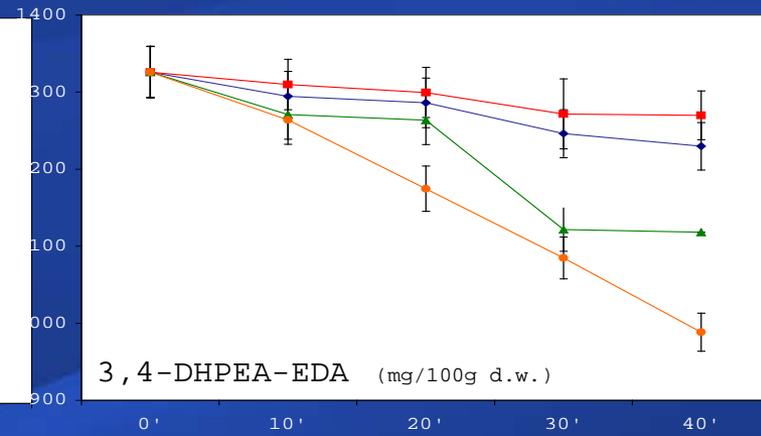
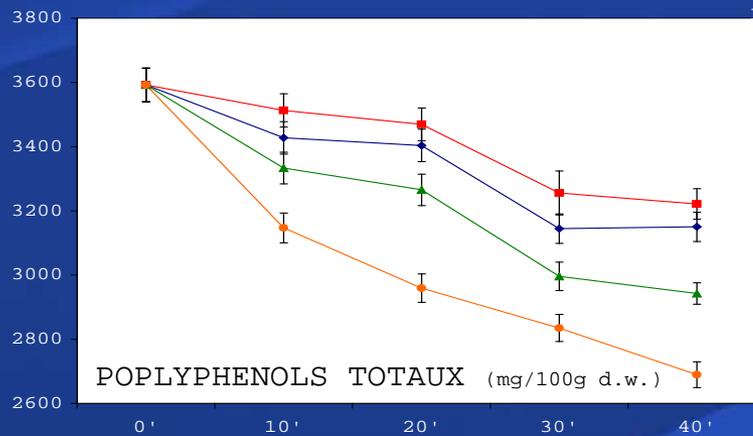
pâte Malaxée
EVOLUTION DE
LA
COMPOSITION
PHENOLIQUE
pendant le
malaxage

■ 0 kPa

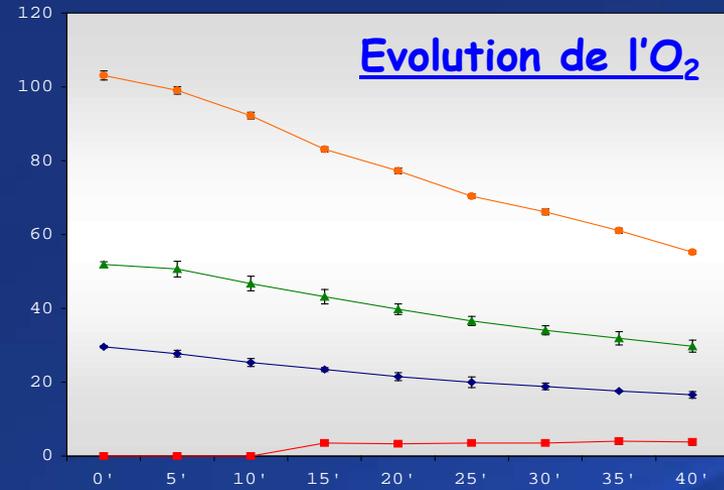
◆ O₂ 30 kPa

▲ O₂ 50 kPa

● O₂ 100 kPa



Evolution de l'O₂



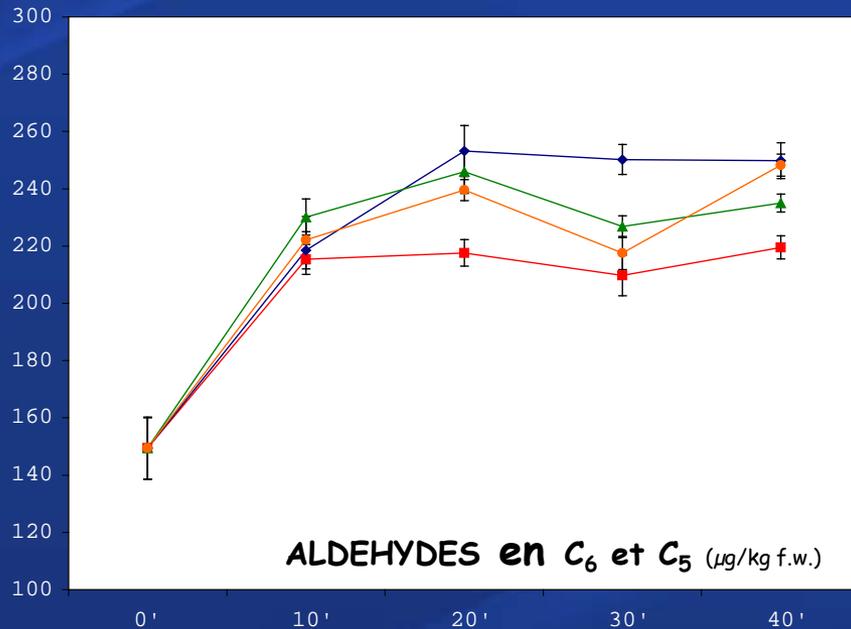
pâte Malaxée
EVOLUTION de
la
COMPOSITION
VOLATILE
pendant le
malaxage

0 kPa

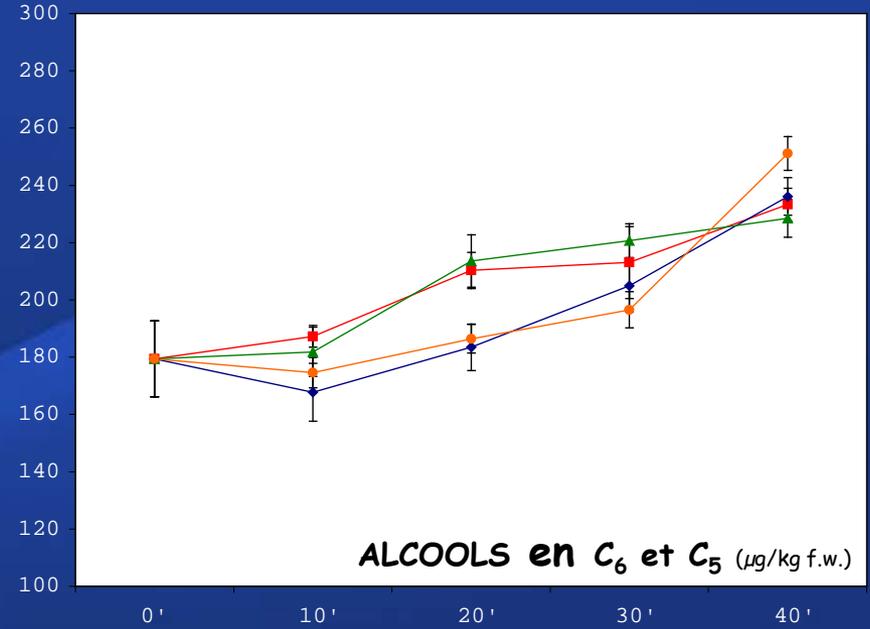
O₂ 30 kPa

O₂ 50 kPa

O₂ 100 kPa



ALDEHYDES en C₆ et C₅ (µg/kg f.w.)



ALCOOLS en C₆ et C₅ (µg/kg f.w.)

Huile d'olive vierge de cultivar *Coratina*: COMPOSITION PHENOLIQUE

COMPOSES PHENOLIQUE (mg/kg)	O ₂ = 0 kPa	O ₂ = 30 kPa	O ₂ = 50 kPa	O ₂ = 100 kPa
3,4-DHPEA	6,8 (0,7) ^a	3,2 (0,8) b	4,4 (0,7) ^b	1,4 (0,2) ^c
<i>p</i> -HPEA	10,0 (1,1) ^a	5,9 (0,5) ^{bc}	7,8 (0,9) ^b	4,3 (0,4) ^c
3,4-DHPEA-EDA	478,9 (16,2) ^a	437,7 (14,3) ^b	343,1 (11,5) ^c	229,9 (9,2) ^d
<i>p</i> -HPEA-EDA	144,2 (1,8) ^a	135,3 (1,59) ^b	126,2 (1,4) ^c	125,1 (3,1) ^c
(+)-1-acétoxypinorésinol	30,8 (0,94) ^a	25,8 (2,8) b	29,2 (0,4) ^{ab}	27,1 (0,5) ^{ab}
(+)-pinorésinol	8,1 (0,03) ^{ab}	8,0 (0,04) ^a	8,6 (0,4) ^b	7,9 (0,1) ^a
3,4-DHPEA-EA	475,6 (13,9) ^a	361, (14,1) ^b	339,2 (6,9) ^b	170,6 (2,3) ^c

(1) La teneur en phénols est la valeur moyenne de trois essais indépendants ± l'écart-type. Les valeurs dans chaque colonne portant les mêmes lettres ne sont pas significativement ($P < 0,05$) différentes l'un de l'autre.

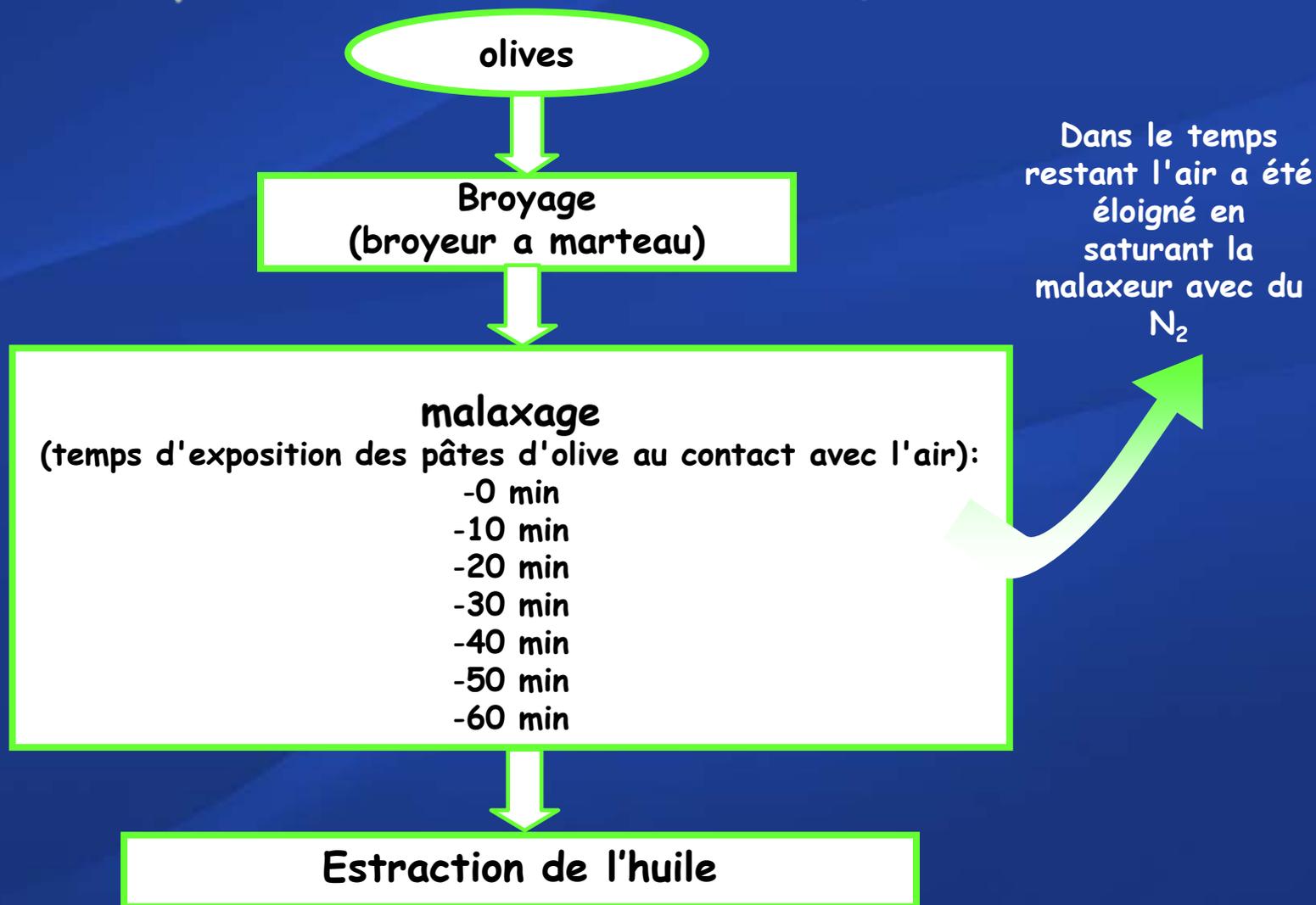
Huile d'olive vierge de Cv. Coratina: COMPOSES VOLATILES

	O ₂ = 0 kPa		O ₂ = 30 kPa		O ₂ = 50 kPa		O ₂ = 100 kPa	
ALDEHYDES (µg/Kg)								
2-Pentenal (<i>E</i>)	548,5	(16,3)ab	509,7	(5,8)b	636,7	(17,9)c	613,0	(51,2)ac
Hexanal	1187,0	(9,9)a	1624,3	(30)bc	1532,1	(27,3)b	1744,0	(121,2)c
2-Hexenal (<i>E</i>)	51565,0	(827,3)a	52900,0	(565,7)ab	54340,5	(355,7)b	53920,0	(332,1)b
ALCOOLS (µg/Kg)								
1-Pentanol	40,0	(5,7)a	54,3	(5)b	39,4	(5)a	48,0	(3,2)ab
2-Penten-1-ol (<i>E</i>)	87,5	(0,7)a	67,0	(0,2)b	105,8	(5,7)c	105,0	(8,3)c
1-Penten-3-ol	890,0	(2,8)a	82,0	(1,2)b	1093,5	(33,7)c	1185,0	(91,2)c
1-Hexanol	2326,0	(49,5)a	3694,2	(2)b	1788,0	(57,2)c	2170,0	(123,1)a
3-Hexen-1-ol (<i>E</i>)	25,5	(0,7)ab	31,6	(3,8)a	20,0	(1,9)b	21,0	(1,9)b
3-Hexen-1-ol (<i>Z</i>)	561,0	(4,2)a	513,6	(9,6)b	486,3	(11,1)b	498,0	(31,2)b
2-Hexen-1-ol (<i>E</i>)	3654,5	(30,4)a	5905,0	(321)b	3350,1	(80,5)c	4185,0	(35,6)d

(1) La teneur en composés volatils est la valeur moyenne de trois essais indépendants ± l'écart-type. Les valeurs dans chaque colonne portant les mêmes lettres ne sont pas significativement ($P < 0.05$) différentes l'un de l'autre.

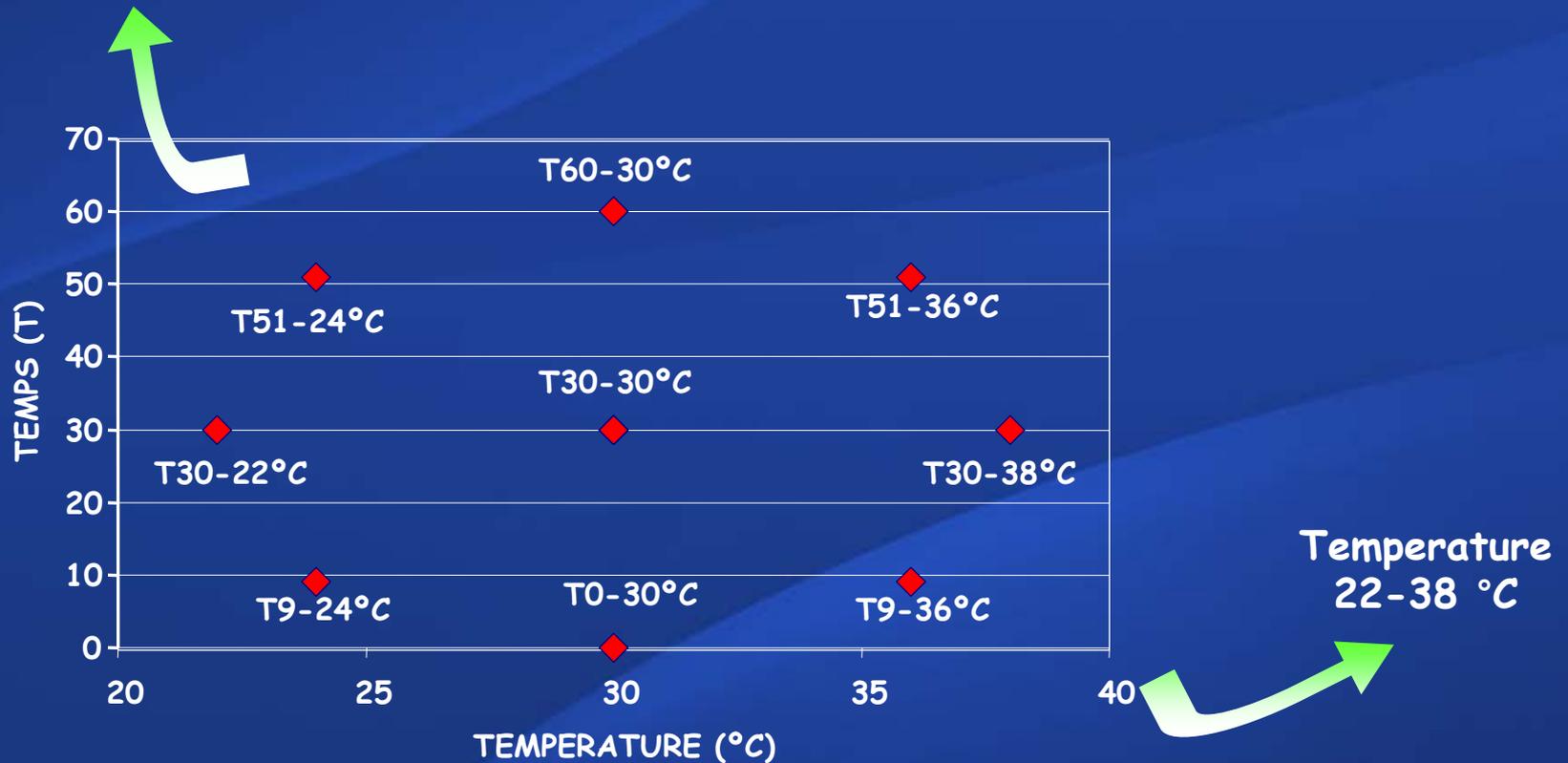
OPTIMISATION DU PROCES DE MALAXAGE

Combinaison entre Temperature et TEOPAC (temps d'exposition des pâtes d'olive au contact avec l'air)



CCD DE L'OPTIMISATION DU PROCES DE MALAXAGE

Temps 0-60 min



Les données originales (Y) ont été transformées dans une fonction de désirabilité (d_i) en utilisant une transformation linéaire (Derringer and Suich), modifiée de manière telle à obtenir un range de désirabilité compris entre 0.1 et 1

$$d_i = \frac{0.9 * Y + 0.1 * Y_{\max} - Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

Pour les composés volatils et phénoliques et les caractéristiques sensorielles qui doivent être maximisés

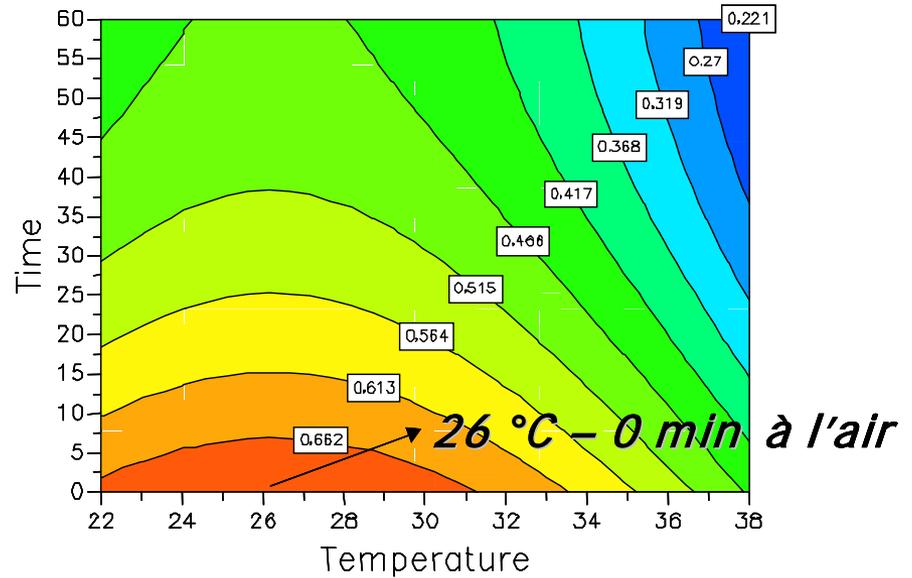
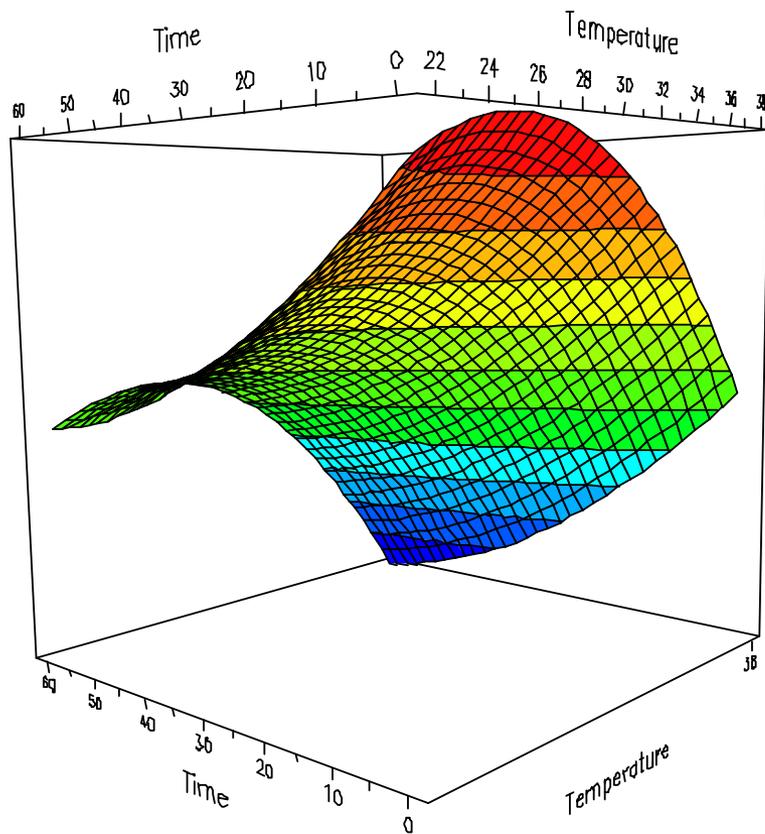
Ymin e Ymax correspondent au valeurs min et max des données originales relatives aux variables sélectionnées

$$d_i = \frac{-0.9 * Y + Y_{\max} - 0.1 * Y_{\min}}{Y_{\max} - Y_{\min}}$$

Per les caractéristiques sensorielles qui doivent être minimisés (foin et amer)

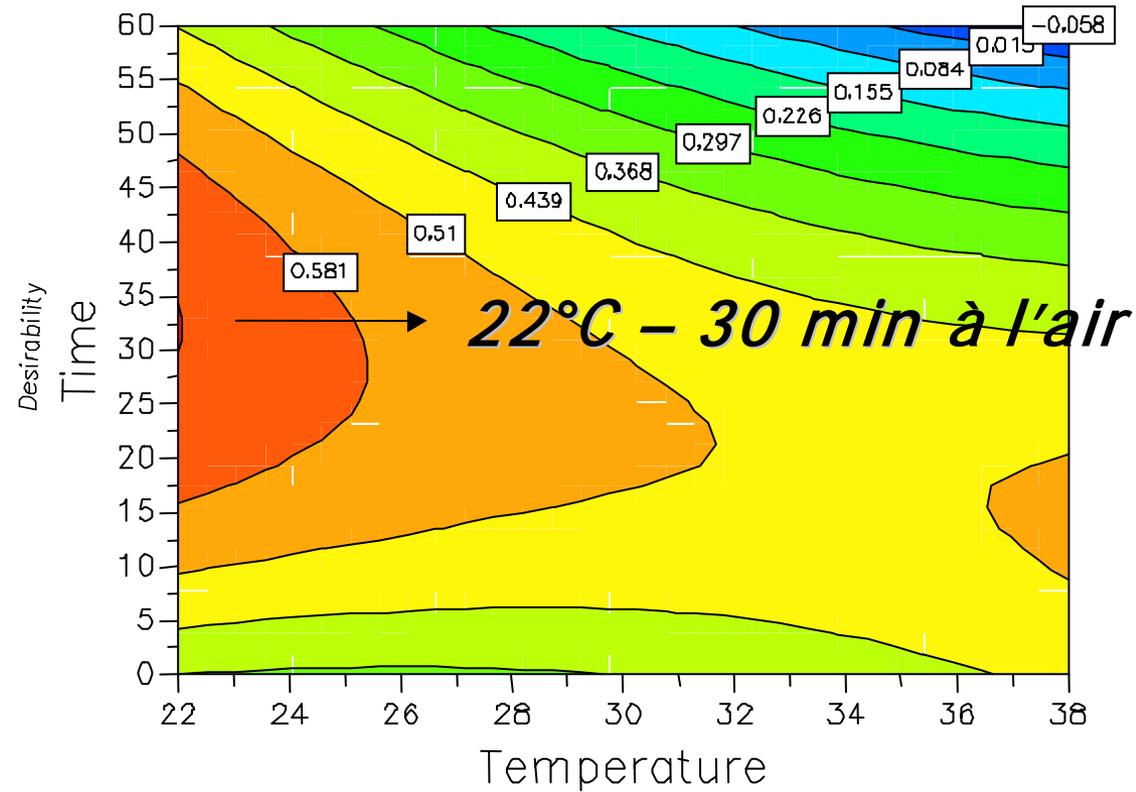
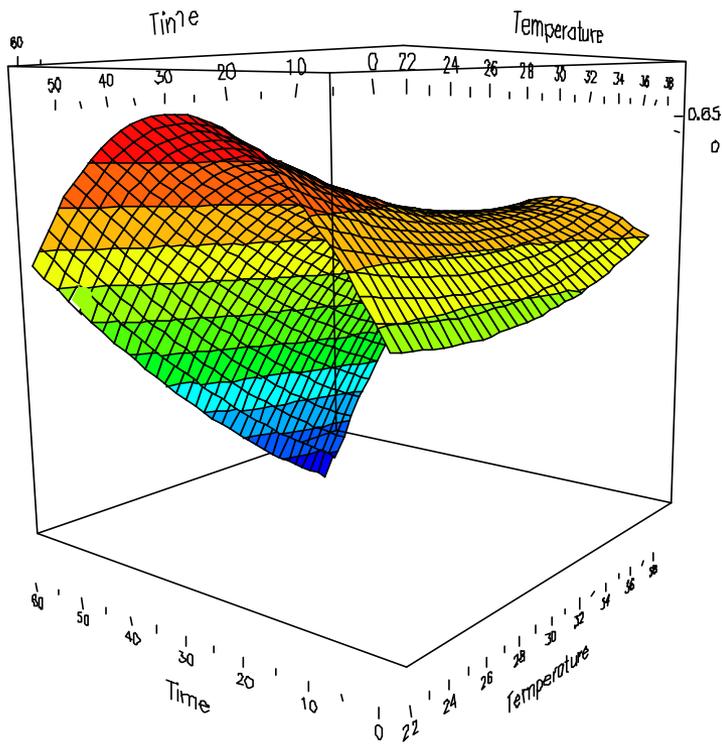
La désirabilité totale (D) est restée calculée comme la moyenne géométrique des valeurs individuelles d_i

$$D = \sqrt[n]{d_1 * d_2 * \dots * d_n}$$



Désirabilité pour le cultivar **Moraiolo**.

Modélisation en *surface de réponse (RSM)* en utilisant la méthode *PLS* dans lequel temps d'exposition à l'air et température de mûrage sont les variables X et la désirabilité totale constitue le verdict (Y). Le modèle *RSM*, avec deux composants *PLS* il explique 95% de la variance totale.



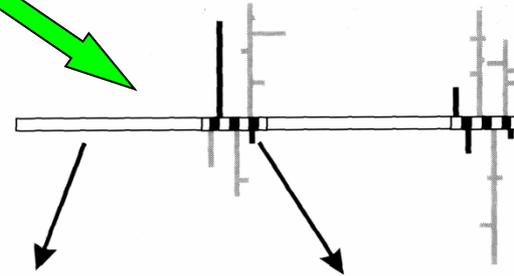
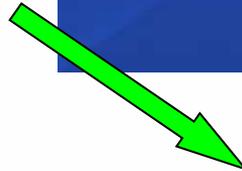
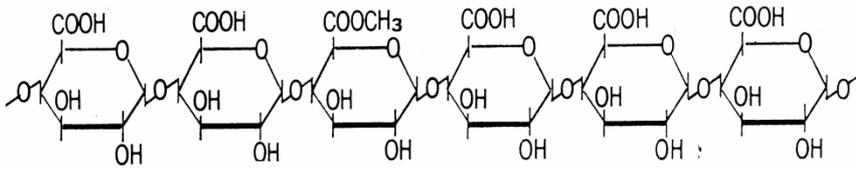
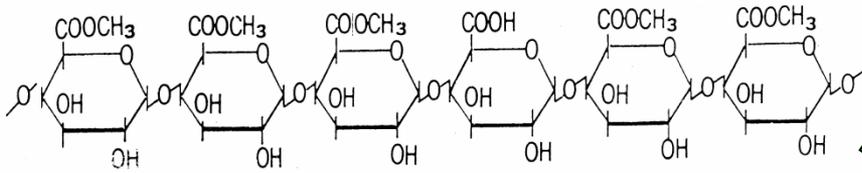
Désirabilité pour le cultivar **Frantoio**.

Modélisation en surface de réponse (RSM) en utilisant la méthode PLS dans lequel temps d'exposition à l'air et température de mûrage sont les variables X et la désirabilité totale constitue le verdict (Y). Le modèle RSM, avec deux composants PLS il explique 89% de la variance totale.

facteurs technologiques: MALAXAGE

	Malaxage 60'		Malaxage 60' + Olivex + Novoferm 12	
	moraiolo	coratina	moraiolo	coratina
Huile d'olive vierge				
3,4-DHPEA	0.73 ± 0.02	1.51 ± 0.05	1.93 ± 0.05	1.99 ± 0.08
p-HPEA	1.19 ± 0.01	1.39 ± 0.01	1.17 ± 0.10	1.43 ± 0.01
3,4-DHPEA-EDA	317.40 ± 15.70	253.05 ± 7.71	539.00 ± 15.98	459.55 ± 1.63
p-HPEA-EDA	25.75 ± 0.35	36.05 ± 3.32	29.40 ± 0.85	40.35 ± 0.07
derivati del p-HPEA	24.15 ± 0.78	29.65 ± 2.05	28.50 ± 0.57	24.90 ± 0.14
3,4-DHPEA-EA	177.15 ± 4.88	112.35 ± 3.61	248.10 ± 3.39	113.95 ± 2.19

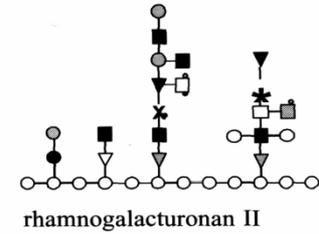
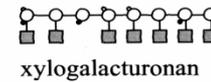
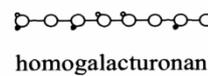
Effet de l'usage des préparations enzymatiques pendant le malaxage sur la composition phenolique de l'huile vierge d'olive (*Vierhius et al., 2002*).



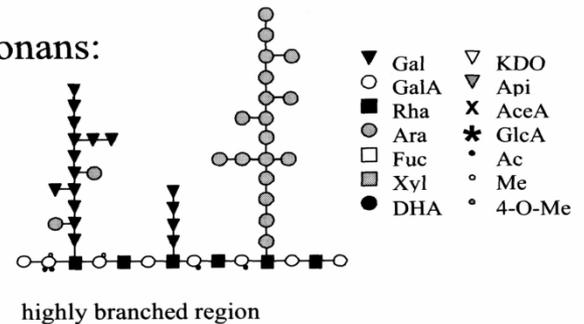
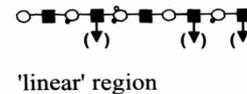
Smooth Region
(homogalacturonan)

Hairy Region

Galacturonans:



Rhamnogalacturonans:



- ▼ Gal
- GalA
- Rha
- Ara
- Fuc
- Xyl
- DHA
- ▽ KDO
- ▽ Api
- × AceA
- * GlcA
- Ac
- Me
- 4-O-Me

Structure des pectines et des hémicelluloses contenues dans la paroi de la cellule oléifère

facteurs technologiques: MALAXAGE

	Phénols totaux (mg/Kg)	o-diphénols (mg/Kg)	Temps d'induction (h)
index de pigmentation= 1,5			
Témoin	256,1	44,1	7,5
Talc 0,75 %	269,2	55,7	8,0
Talc 1,5 %	273,7	52,3	7,9
index de pigmentation= 2,5			
Témoin	285,3	66,2	8,5
Talc 0,75 %	246,7	49,9	8,1
Talc 1,5 %	223,8	41,8	7,8
index de pigmentation= 3			
Témoin	289,6	62,3	8,9
Talc 0,75 %	247,0	54,5	7,8
Talc 1,5 %	246,0	52,3	7,3

Effet de l'usage de talc micronisé pendant le malaxage sur la composition phénolique de l'huile vierge d'olive (*Servili et al., 2004*).

*MERCI DE VOTRE
ATTENTION !*