



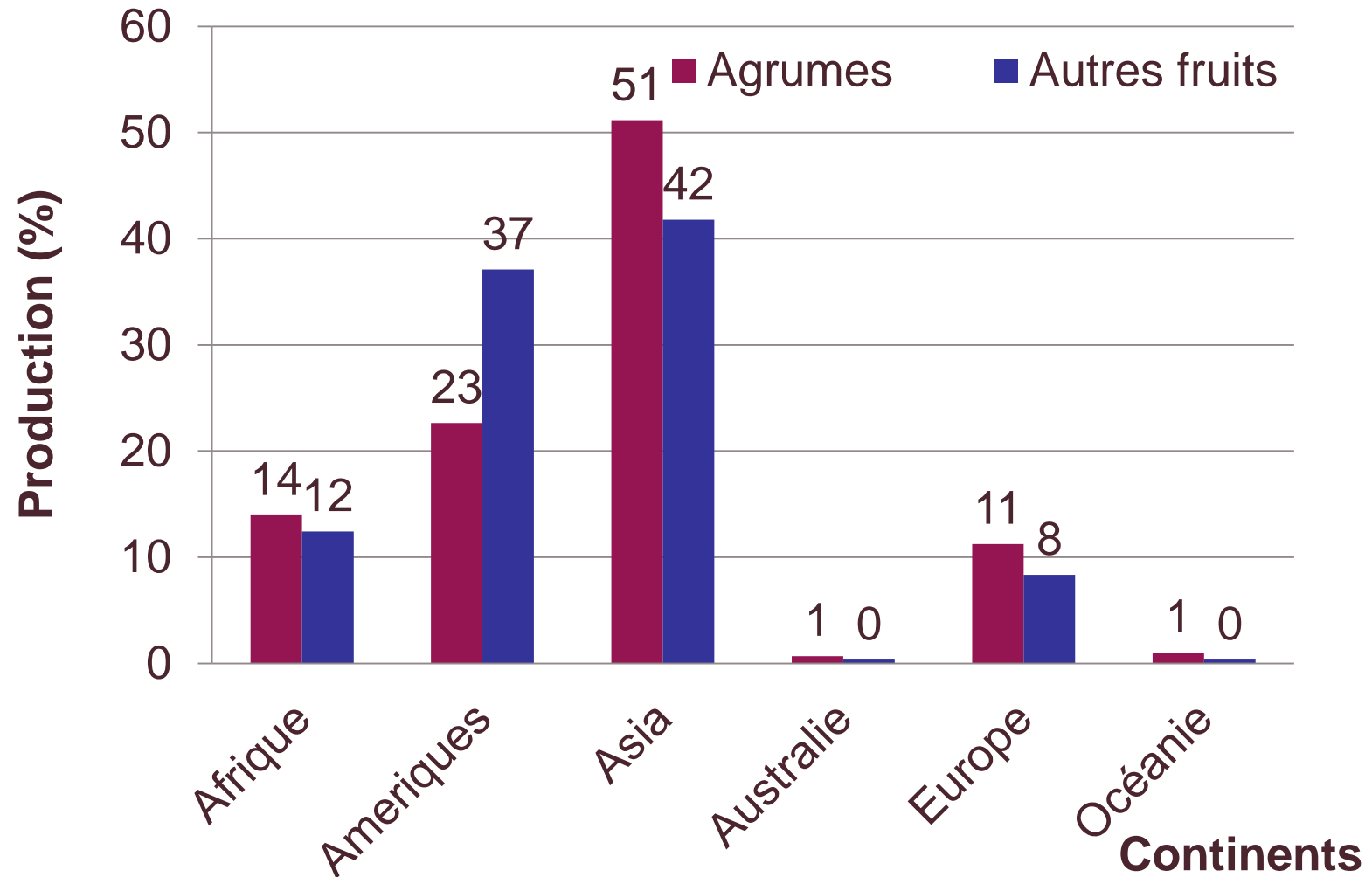
JUS DE FRUITS TROPICAUX ET TECHNIQUES DE FILTRATION MEMBRANAIRES

Mady CISSE, Doudjo SORO, Manuel DORNIER
Congrès AFTER, 11-12 novembre 2014, Dakar



CONTEXTE (1)

Diversité et importante productions fruitières

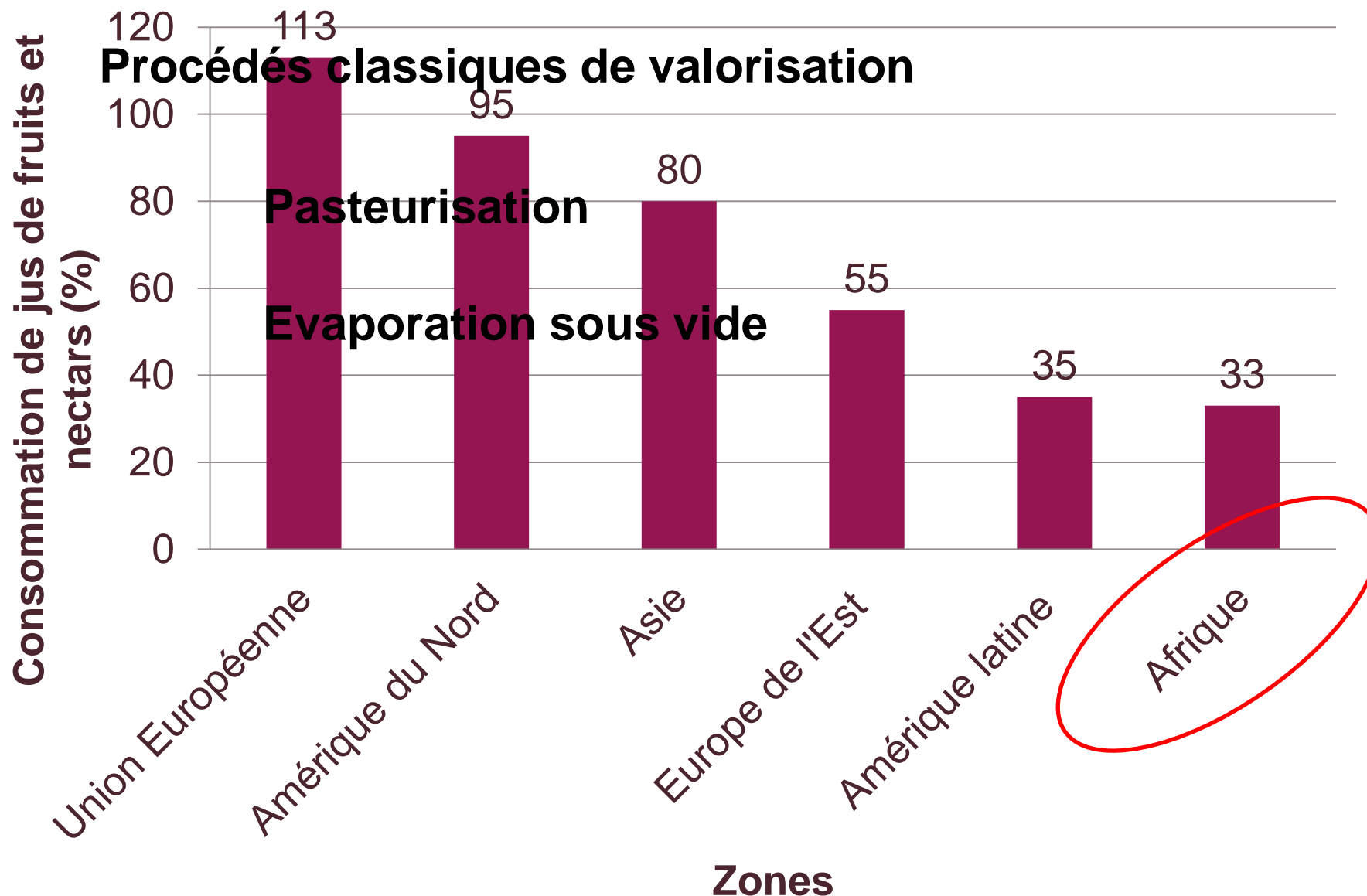


Production de fruits et agrumes en fonction de la zone (FAO, 2013)

Pertes post-récoltes importantes : 15 à 50 %

CONTEXTE (2)

Importations massives de produits à base de fruits



Consommation en jus de fruits et nectars en fonction des zones (FAO, 2013)

OBJECTIFS (1)

Valoriser les productions fruitières africaines par l'utilisation de techniques membranaires

Excellente qualité intrinsèque

Ditax (*Deutarium senegalense*), vitamine C : 1g/100 g

Pomme cajou (*Anacardium occidentale*, L.),
vitamine C : 300 mg/100 g; polyphénols > 2 %

Bissap (*Hibiscus sabdariffa* L.), anthocyanes : 1,5 g/100

Thermosensibilité

Température

Lumière

Oxygène

OBJECTIFS (2)

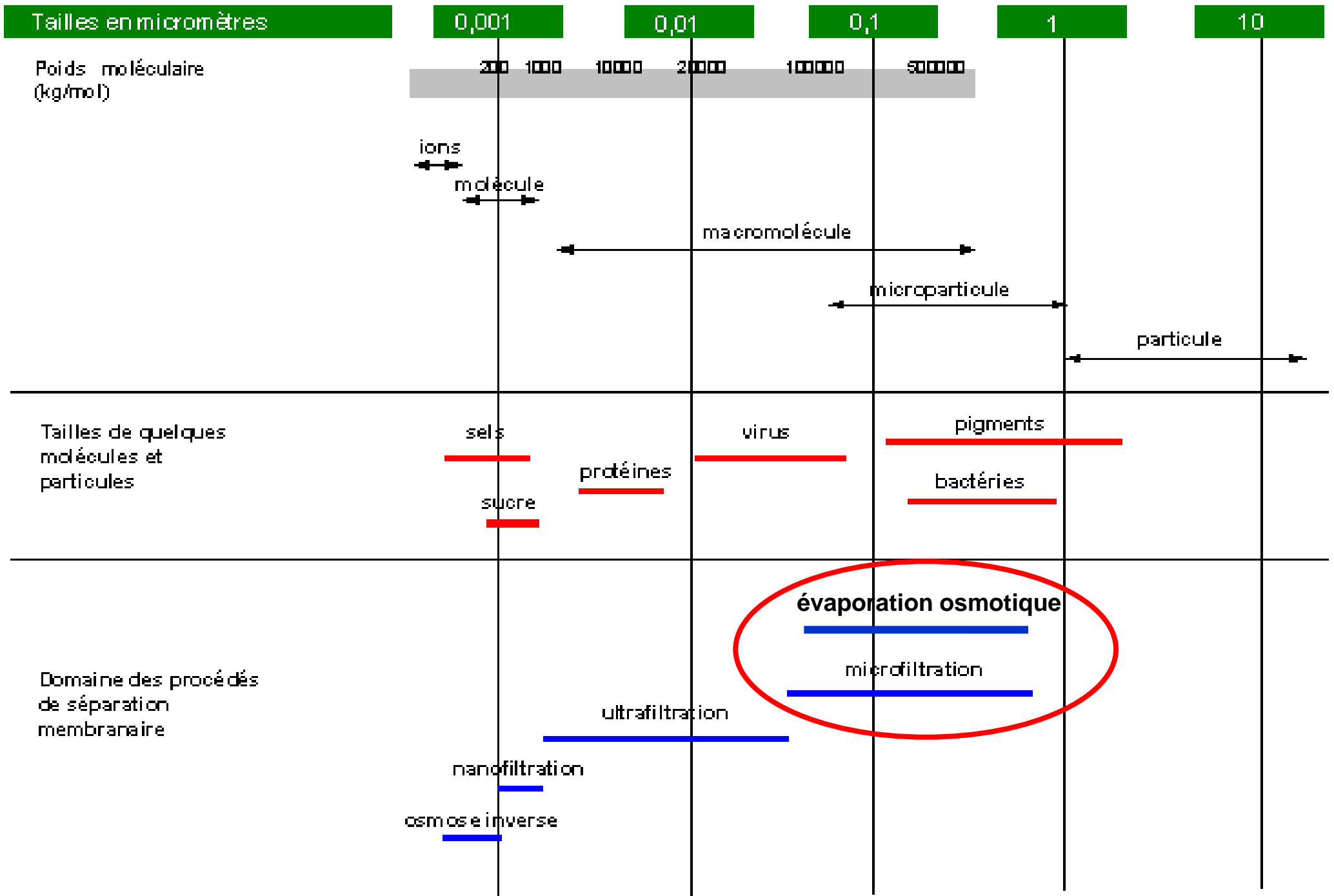
Concentrés, 60-70g ESS/100g (DAVID, 1997; JEANTON, 1998 ;
VAILLANT 2000, ALI, 2004)

Pertes limitées en vitamines (COUREL, 1999 ; VAILLANT et
al., 2000 ; CISSE et al., 2005, 2007, 2010)

Meilleure conservation des arômes (BOJINOVA, 1998 ;
JARIEL et al., 1996; CISSE et al., 2005, 2007, 2010, 2012)

- ❖ **Capacité de production modulaire**
- ❖ **Stabilité microbiologique et qualité optimale**
- ❖ **Economiquement viable à plusieurs échelles**

PRESENTATION DES TECHNIQUES MEMBRANAIRES



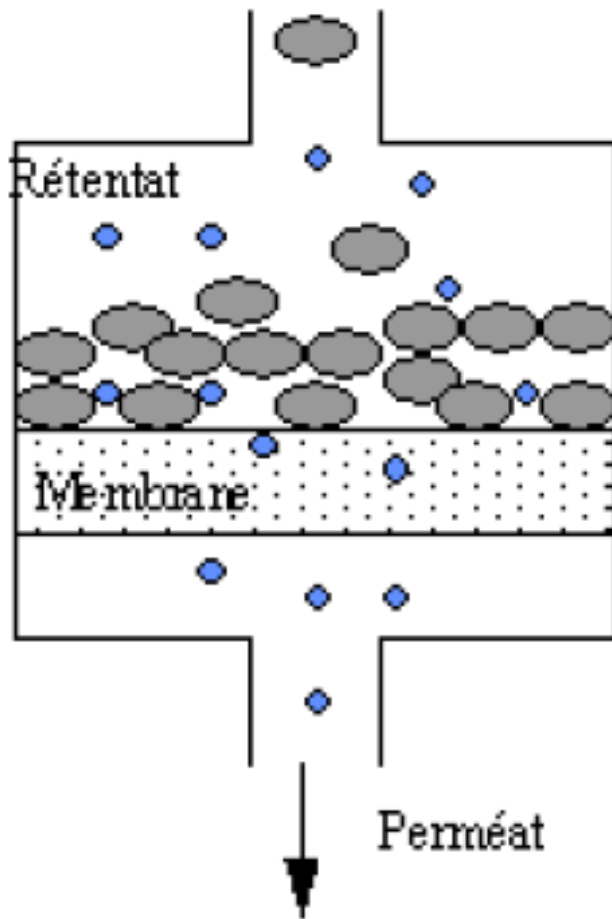
PRESENTATION DES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

Caractéristiques des différentes techniques membranaires

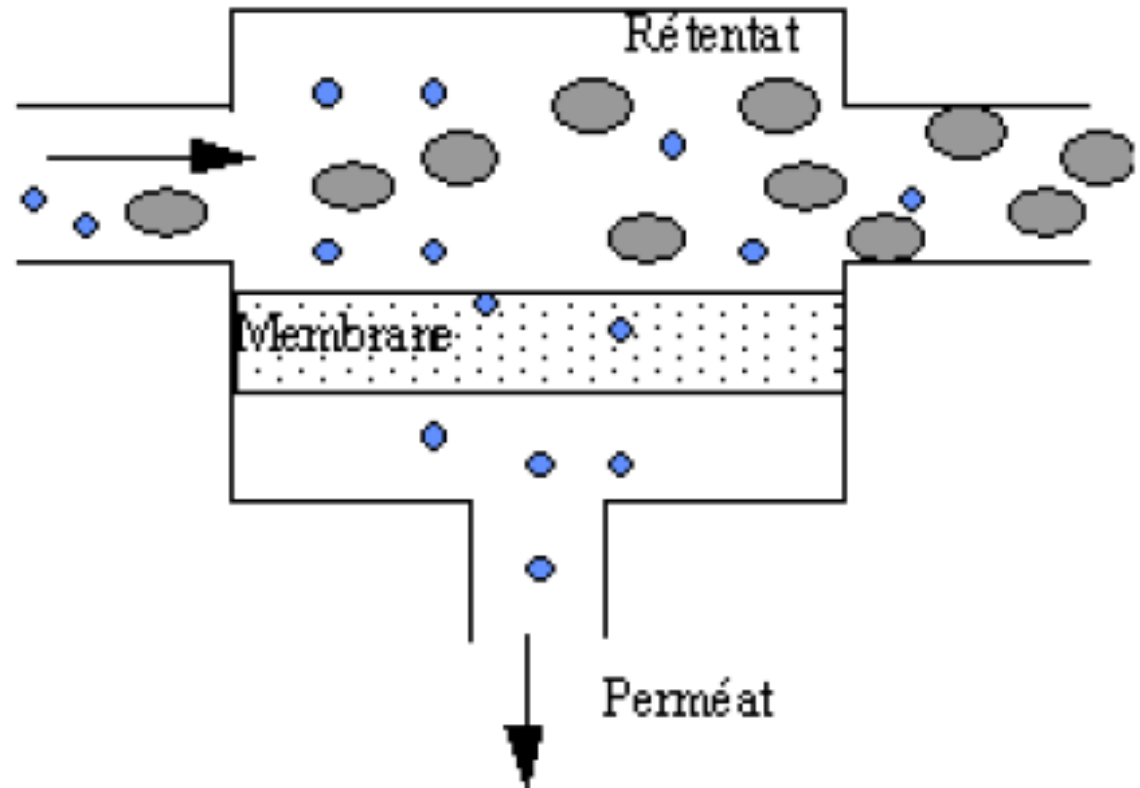
Procédé membranaire	Origine de la sélectivité	Diamètre des pores (μm)	Gamme de pression
Microfiltration	Différence de taille entre les particules ou molécules à séparer	0,1 à 10	0,1-5
Evaporation osmotique	Migration des composés volatiles par convection ou diffusion	0,1 à 0,2	0,5-1
Ultrafiltration	Différence de taille et de charge entre les particules ou molécules à séparer	0,01 à 0,1	1-10
Nanofiltration	Différence de taille et de charge entre les particules ou molécules à séparer	0,001	5-30
Osmose inverse	Différence de solubilité et de diffusion dans la membrane des molécules à séparer	Membrane dense	30-80

PRESENTATION DES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CAS DE LA MICROFILTRATION TANGENTIELLE



Filtration frontale



Filtration tangentielle

Schéma de principe de la filtration frontale et tangentielle

PRESENTATION DES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CAS DE L'EVAPORATION OSMOTIQUE

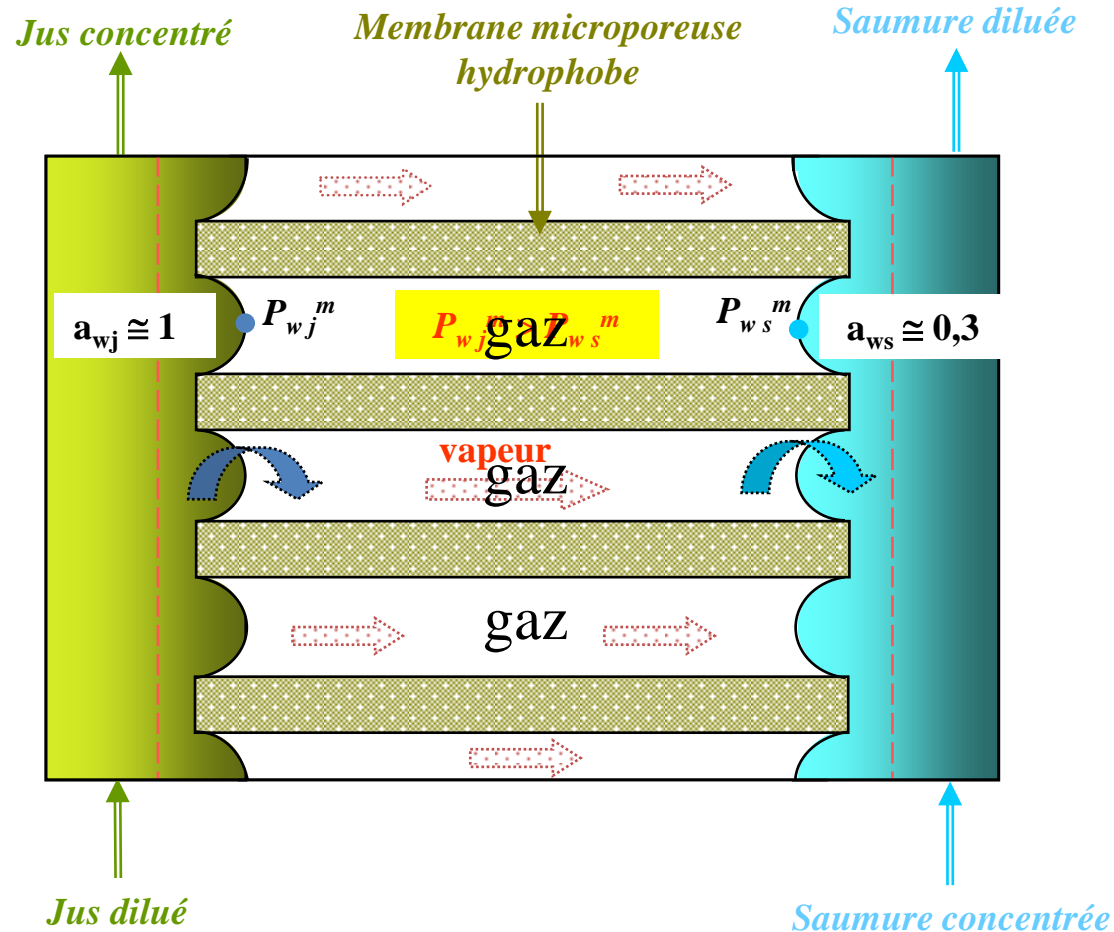


Schéma de principe de l'évaporation osmotique

EXEMPLES DE VALORISATION PAR LES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

Jus de fruit de pomme cajou (*Anacardium occidentale*, L.)

Extrait aqueux de bissap (*Hibiscus sabdariffa*)



Hibiscus sabdariffa

Bissap au Sénégal

Oseille de Guinée en Afrique de l'Ouest

Karkade en Afrique du Nord

NOIX DE CAJOU (le vrai fruit)

Très riche en anthocyane (1,5 g/100g) sans de



- ✓ Zones tropicale, subtropicale
- ✓ Annuelle, 1 à 3,5 m
- ✓ Variétés à calices rouge



POMME DE C



EXEMPLES DE VALORISATION PAR LES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CAS DE LA POMME CAJOU



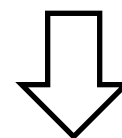
Transformation
en jus



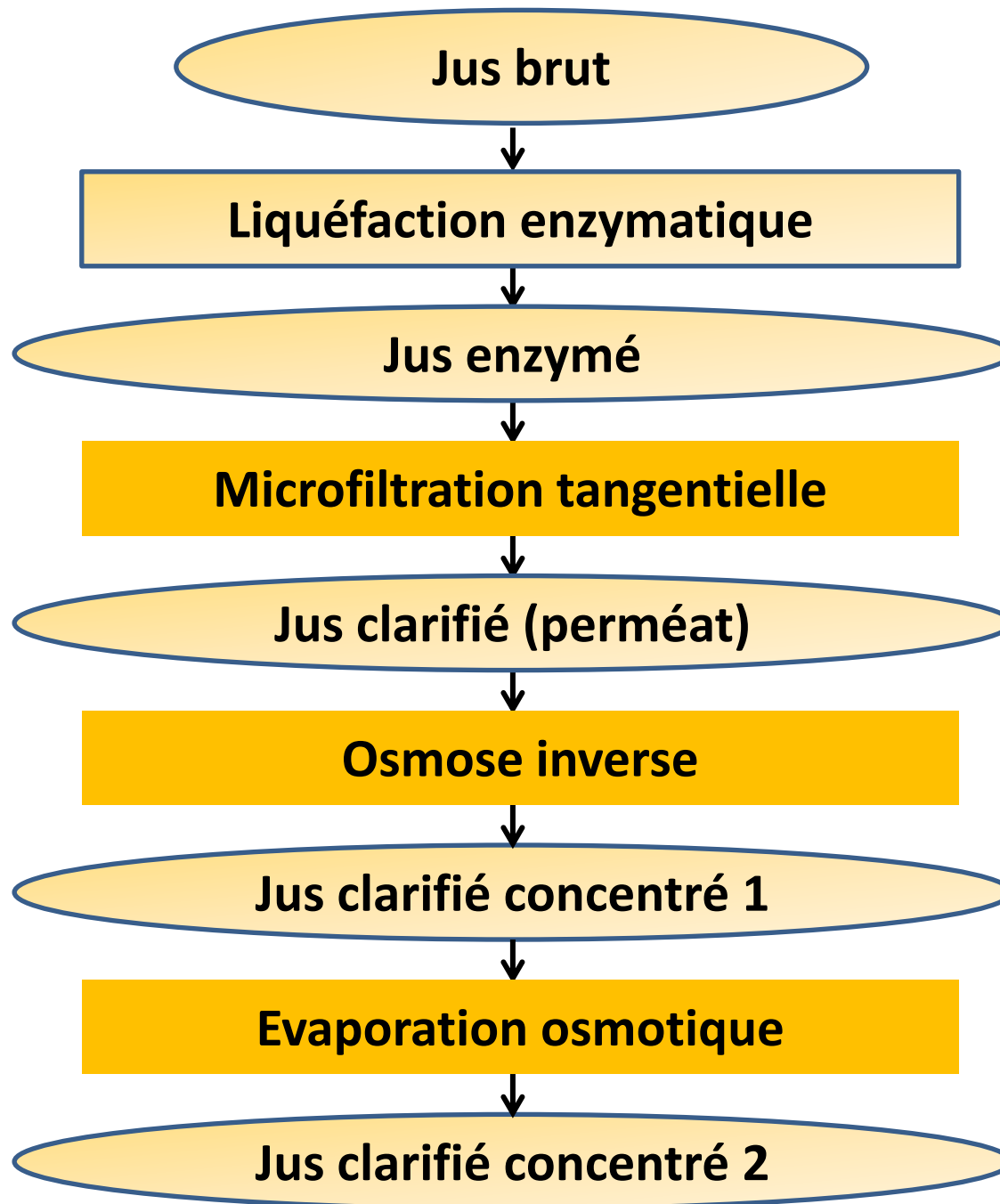
1- Thermosensibilité

- ✓ Vitamine C : 200 à 300 mg/100 g
- ✓ Sucres réducteurs : 7,8 à 8,6 g/100 g
- ✓ Composé d'arôme

2- Astringence : présence de tanins condensés



Procédés membranaires



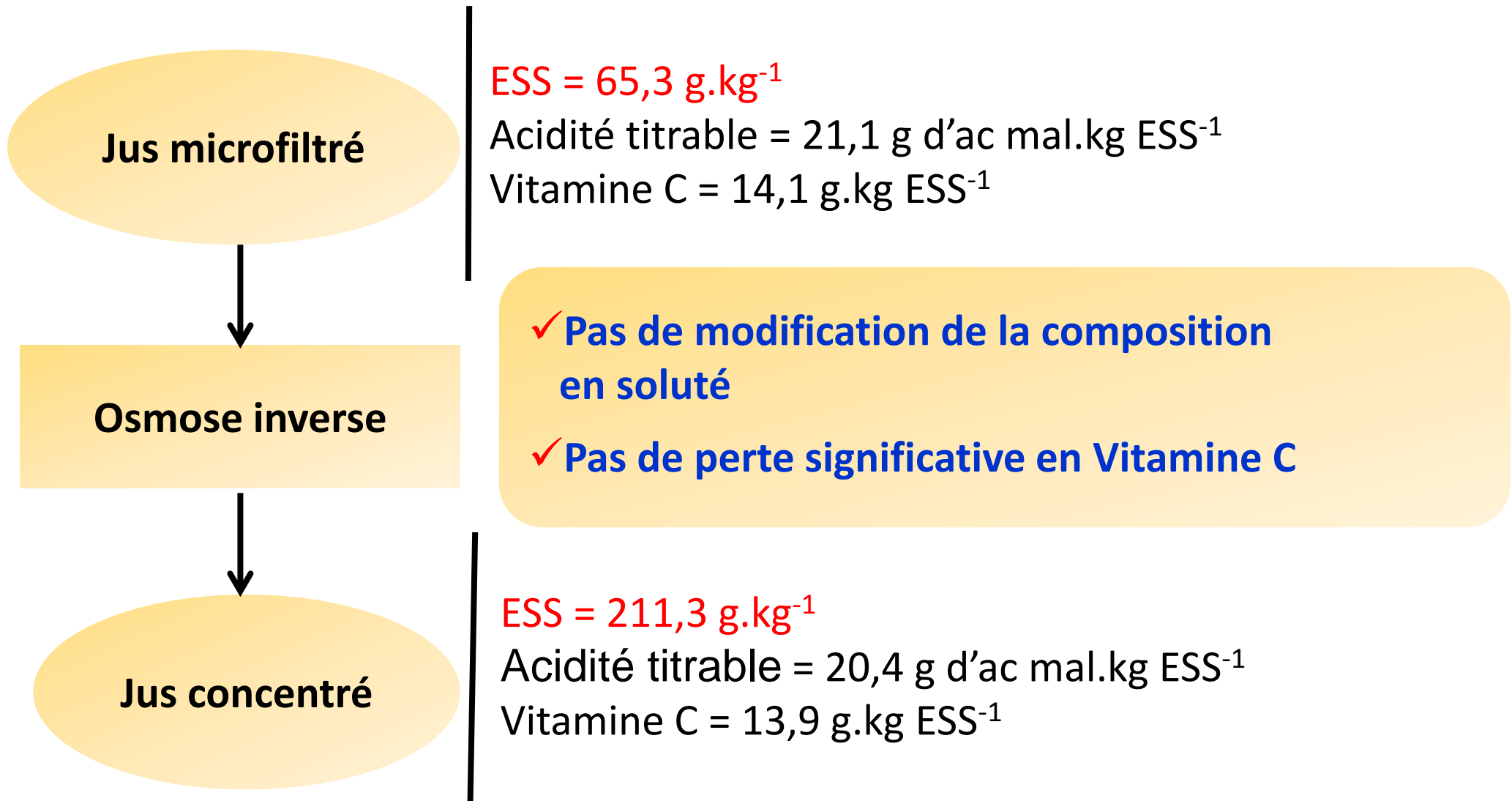
Couplage MFT et liquéfaction enzymatique : impact sur la qualité

	ESS (g.kg ⁻¹)	Vit C (g.kg ⁻¹)	Polyphénols (g.kg ⁻¹)	Viscosité (mPa.s)	SIS (g.kg ⁻¹)	Turbidité (NTU)
Jus enzymé	61	1 020	1 012	3,8	8,2	10 022
↓ MFT (2,25 bar)		< 5%	- 87%			
↓ Jus clarifié (perméat)	60	960	270	1,3	0	7,2

Microfiltration tangentielle

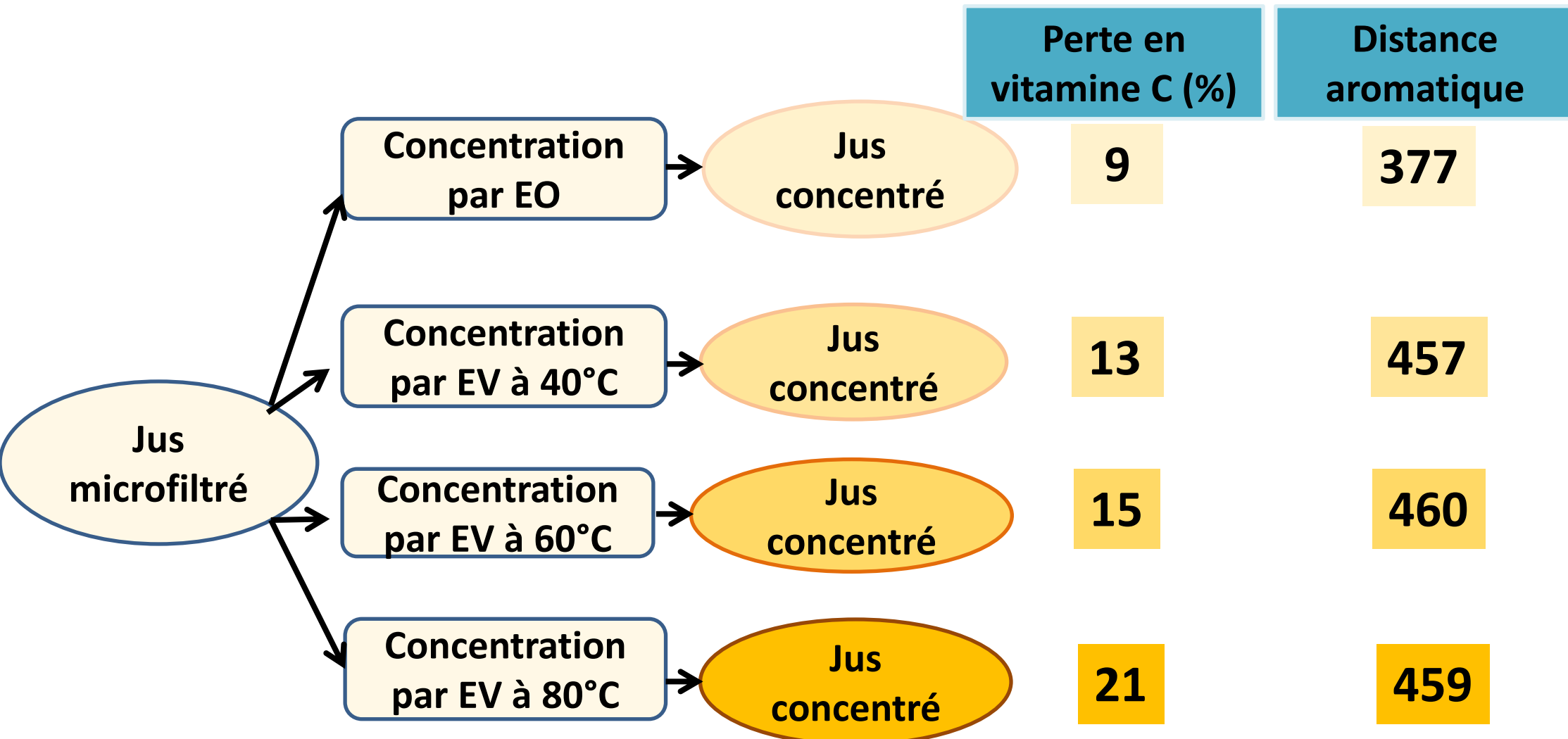
- ✓ Perte en vitamine C < 5%
- ✓ Rétention des polyphénols (74-87%)
- ✓ Clarification totale

Concentration par osmose inverse (OI) : impact sur la qualité



→ OI : préservation de la qualité du produit

Concentration par évaporation osmotique : impact sur la qualité du jus



→ EO comparativement à EV, permet de mieux préserver la teneur en vitamine C et de moins modifier le profil aromatique

EXEMPLES DE VALORISATION PAR LES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CAS DE LA POMME CAJOU

Conclusion

Clarification par MFT sur membrane céramique de 0,2 μm

- ✓ Elimination de l'astringence en conservant l'activité vitaminique
- ✓ Performances compatibles avec une mise en œuvre sur le plan industriel

Concentration

– Osmose inverse

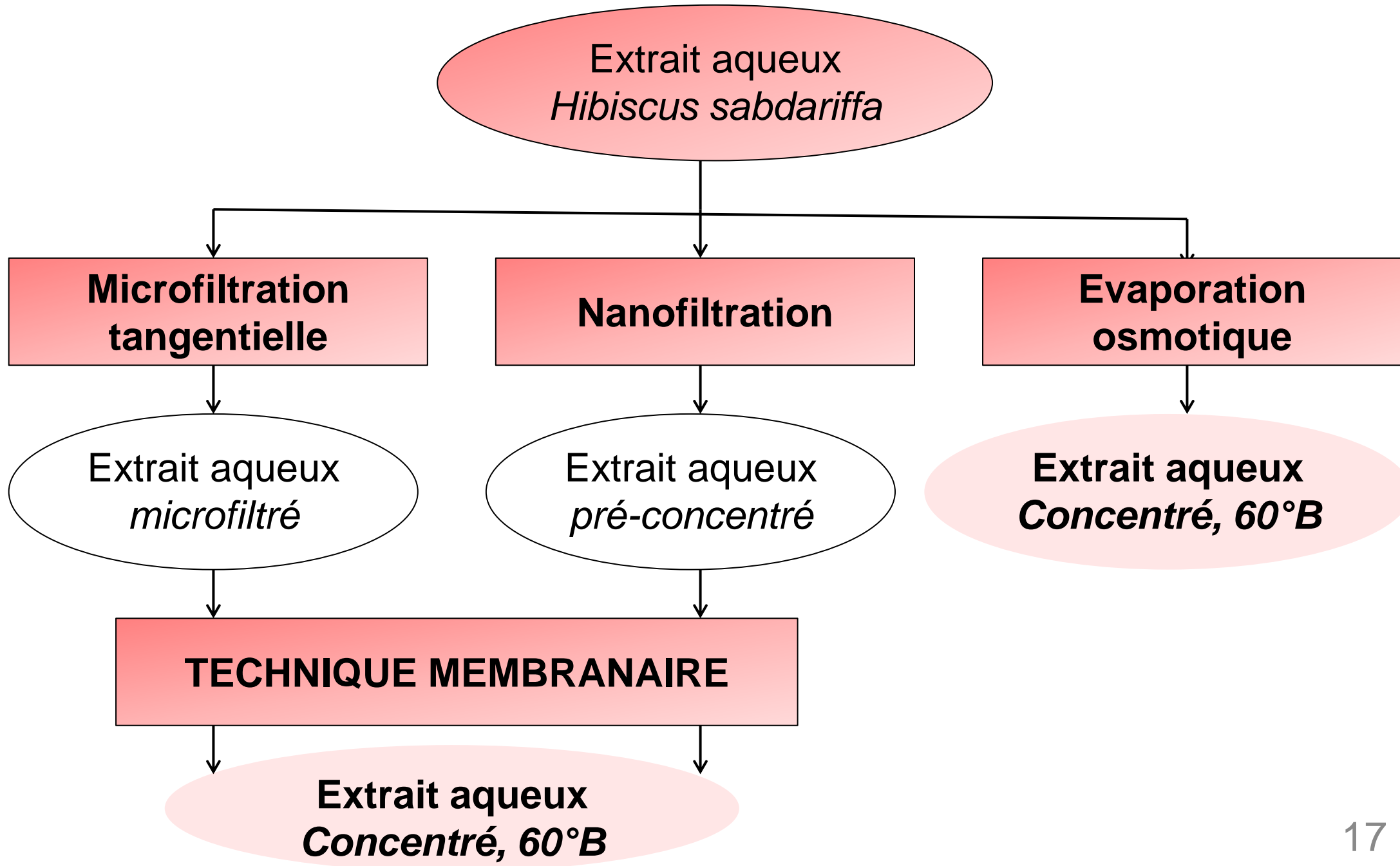
- ✓ ESS X 3 fois (J_p de 10 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$)
- ✓ rétention des solutés : 100 %

– Evaporation osmotique

- ✓ ESS X 6 fois avec J_w moyen de 1,2 $\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$
- ✓ Perte de vitamine C < 10 %
- ✓ Profil aromatique moins modifié / évaporation sous vide

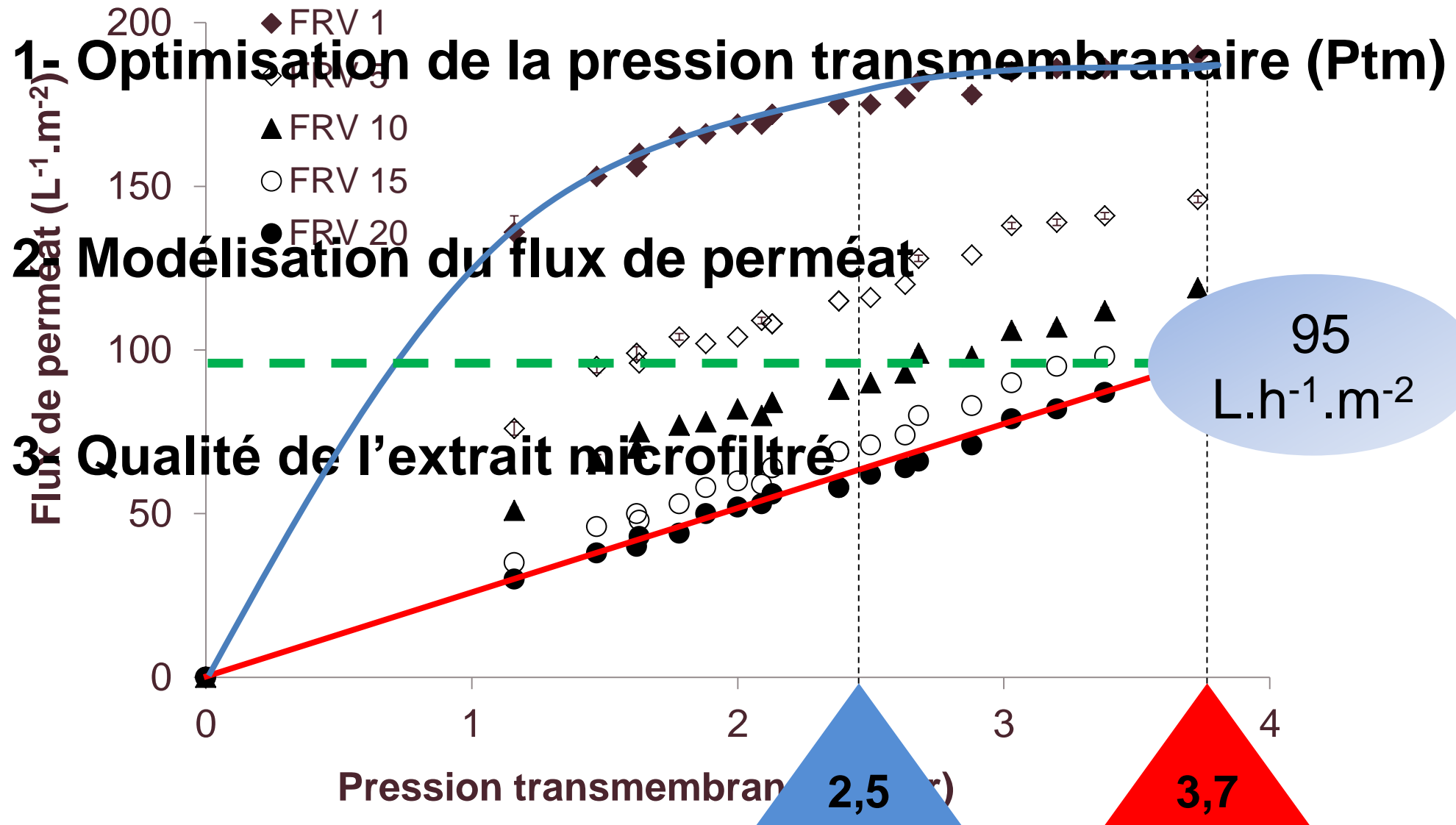
EXEMPLES DE VALORISATION PAR LES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'*HIBISCUS SABDARIFFA*



CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'*HIBISCUS SABDARIFFA*

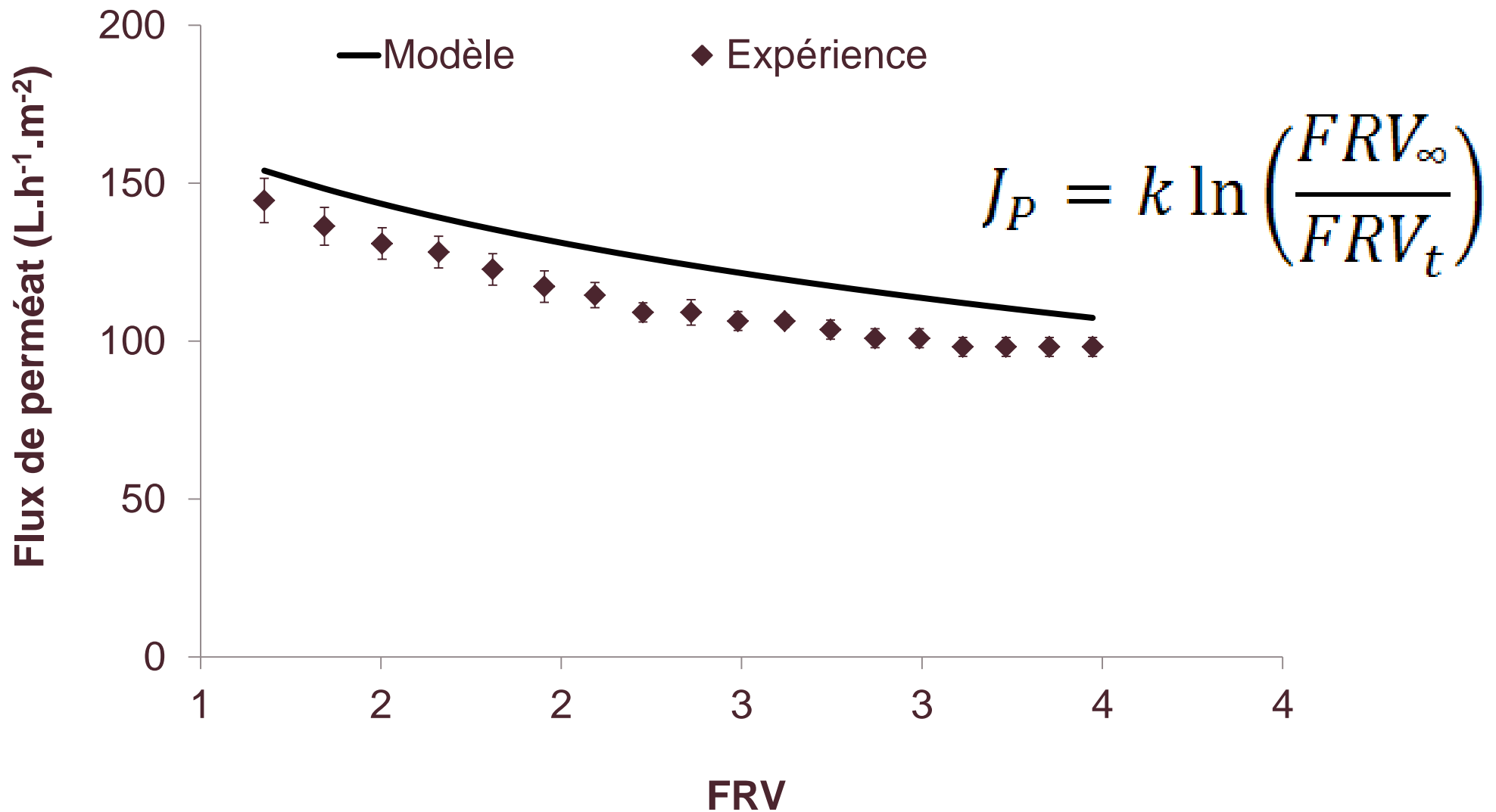
Microfiltration de l'extrait aqueux : optimisation de la P_{tm}



Flux de perméat en fonction de la P_{tm} au cours de la MFT d'extrait d'*Hibiscus sabdariffa* à différents FRV ($T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$, $U = 6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$)

CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'HIBISCUS SABDARIFFA

Microfiltration de l'extrait aqueux : modélisation du flux de perméat



Flux de perméat en fonction du FRV au cours de la MFT sur pilote semi-industriel (T = 35 °C, P_{tm} = 2,5 bar, U = 4 m.s⁻¹)

CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'HIBISCUS SABDARIFFA

Microfiltration de l'extrait aqueux : qualité de l'extrait microfiltré

Comparaison des caractéristiques de l'extrait initial et microfiltré

Paramètres	Initial	Microfiltré
pH	2,25	2,30
Extrait sec soluble (ESS) (g.kg ⁻¹)	45	45
Acidité titrable (g acide malique.kg ⁻¹)	185	183
Vitamine C (g.kg ⁻¹)	10	9,5
Saccharose (g.kg ⁻¹)	3,1	3,0
Fructose (g.kg ⁻¹)	17,5	17,0
Glucose (g.kg ⁻¹)	23,4	22,8
Anthocyanes (mg.L ⁻¹)	254	250
ORAC (μmolTrolox.g ⁻¹)	166	151
Flore totale (UFC.mL ⁻¹)	2,10 ³	< 30
Levures et moisissures (UFC.mL ⁻¹)	1,10 ²	< 30

Qualité optimale de l'extrait pendant 3 mois à 20 °C

CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'*HIBISCUS SABDARIFFA*

Nanofiltration de l'extrait aqueux : sélection des membranes

Comparaison de différentes membranes de nanofiltration

	J_{op} (L.h ⁻¹ .m ⁻²)	ΔP_{op} (MPa)	Taux de rétention (%)			E_L (W.L ⁻¹)
			ESS	AT	A	
NF90	27	3	100	98	100	7
NF200	24	3	100	93	100	8
NF270	38	3	100	93	100	5
NP010	26	3	100	93	100	8
NP030	6	3	93	91	98	33
DK	36	2	100	100	100	4
DL	39	2	100	100	100	3
UTC60	40	3	100	100	100	5
MPS34	26	3	98	93	100	8
MPS36	19	3	73	73	97	10

➤ Validation avec la membrane DK

➤ Pilote semi-industriel, surface 2,5 m²

CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'*HIBISCUS SABDARIFFA*

Concentration par évaporation osmotique : qualité du concentré

Principales caractéristiques de l'extrait initial et des concentrés d'HS

	Initial	Concentré E. osmotique	Concentré E. sous vide
pH	2,3	2,4	2,4
ESS (g.kg ⁻¹)	92	551	561
Acidité (mEq.kg ⁻¹ ESS)	5489	5446 - 26 %	4053
Glucose (g.kg ⁻¹ ESS)	232	223 - 35 %	144
Fructose (g.kg ⁻¹ ESS)	174	142 - 31 %	98
Anthocyanes (g.kg ⁻¹ ESS)	2,61	2,5 - 4 %	2,4
ORAC (μmolTrolox.g ⁻¹ ESS)	424	417 - 17 %	346

EXEMPLES DE VALORISATION PAR LES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CAS DE L'EXTRAIT AQUEUX D'*HIBISCUS SABDARIFFA*

Conclusion

Microfiltration tangentielle :

production d'un extrait « stérilisé » à froid

Nanofiltration :

pré-concentration jusqu'à 200 g d'ESS.kg⁻¹

Evaporation osmotique :

production d'extrait à 620 g d'ESS.kg⁻¹

Couplage des opérations :

Combinaison : extraction + NF + EO

**Production d'un extrait concentré anthocyanique de
qualité optimale**

VALORISATION DES FRUITS TROPICAUX PAR LES TECHNIQUES MEMBRANAIRES

CONCLUSION GENERALE

- ❖ Adapter aux jus de fruits et extraits végétaux tropicaux
- ❖ Préserver tout le potentiel des matières premières
- ❖ Diversification des produits et des applications
- ❖ Etude technico-économique

**MERCI DE VOTRE
AIMABLE ATTENTION**