



Effets de biomolécules sur le bien-être du sandre (*Sander lucioperca*)

Le projet PERCIPONIE (2020-2022)



Objectifs :

- Développer l'aquaponie dans la Grande Région
- Créer un consortium transfrontalier de R&D

Coordinateur : **P. Fontaine**

11 partenaires en Allemagne, Belgique, France et Luxembourg



INRAE



htw saar



JRFP - 06/07/2022

LE FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
ET LA WALLONIE INVESTISSENT DANS VOTRE AVENIR

Le sandre (SANDER LUCIOPERCA)

Très consommé

Bonnes performances
de croissance



Sensibilité au stress

immunodépression
et maladies

Mortalité

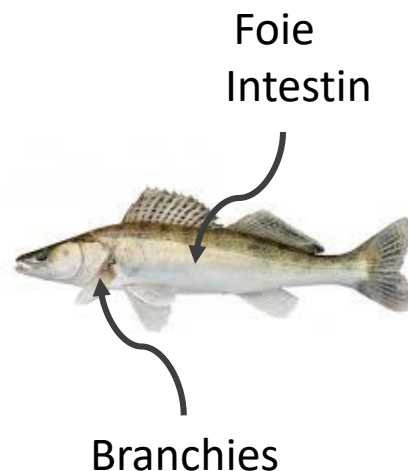
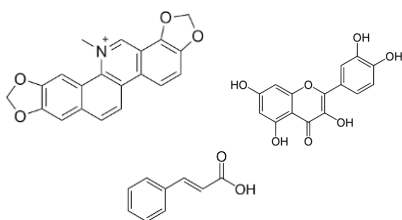
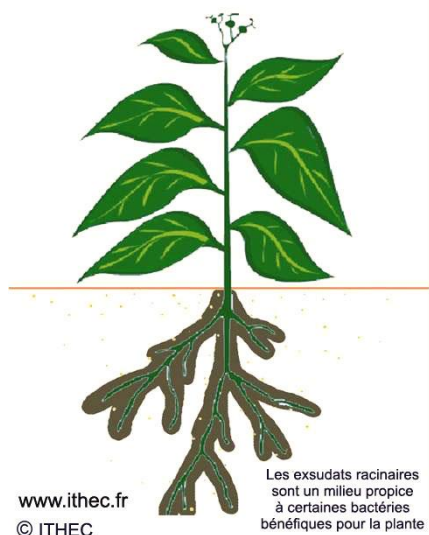
Comment améliorer le bien-être des poissons en système d'élevage fermé?

Plantes

Biocontrôle

Effets des plantes

Alimentation par les plantes ou
biomolécules ajoutées à l'alimentation



Réduction de
l'inflammation

Propriétés
antioxydantes

Propriétés
antibactériennes

Stimulation du système
immunitaire

Réduction du stress

Biomolécules exsudées par les racines
des plantes

Biodiversité végétale

La ferme aquaponique de l'abbaye



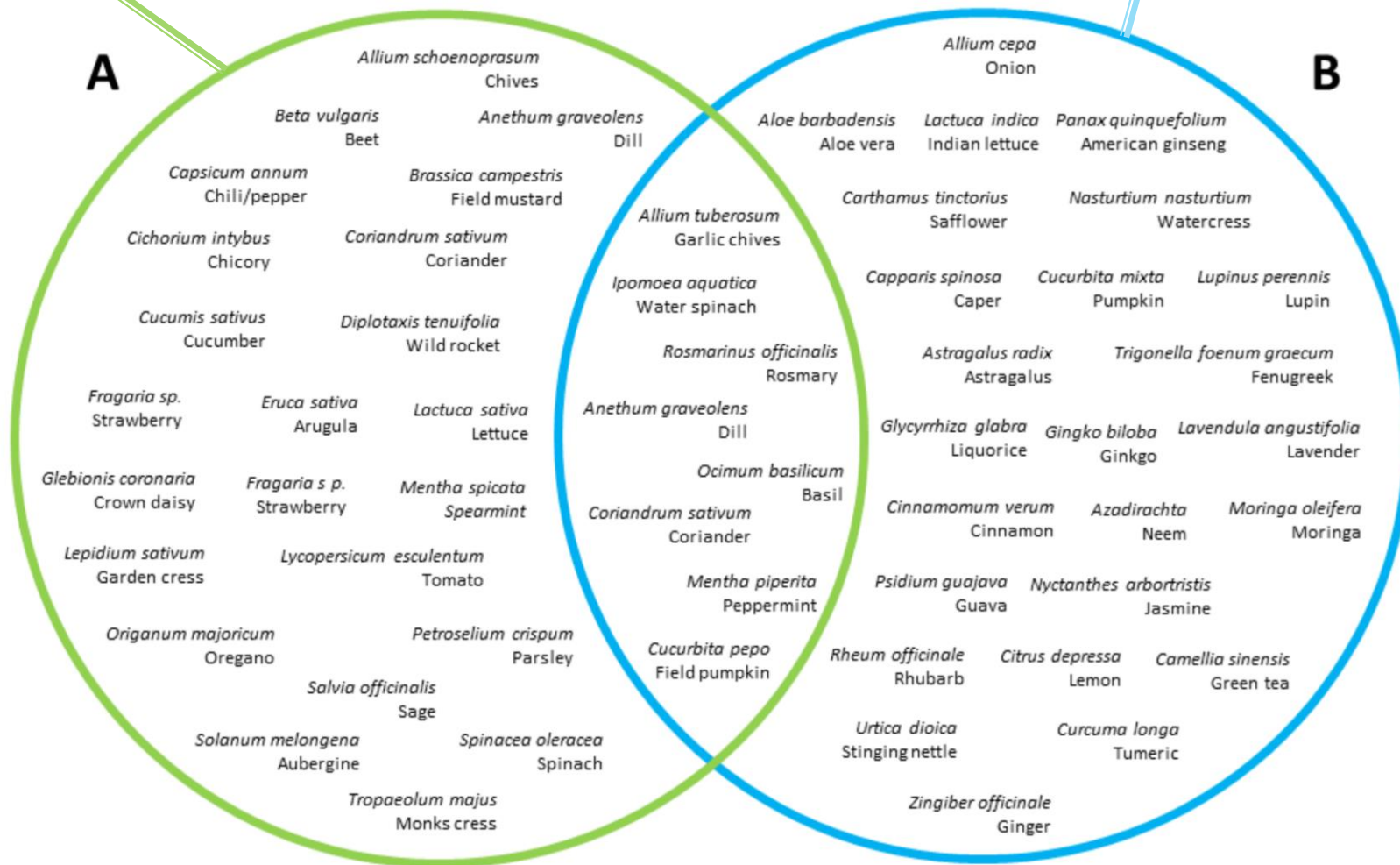
- Production de légumes saisonniers tout au long de l'année : **+ de 30 espèces/varieties** !
- Détection de plusieurs centaines de molécules dans les eaux des bassins de poissons

**Diversité de plantes =
Diversité de biomolécules**

Biodiversité végétale

Plantes produites en aquaponie

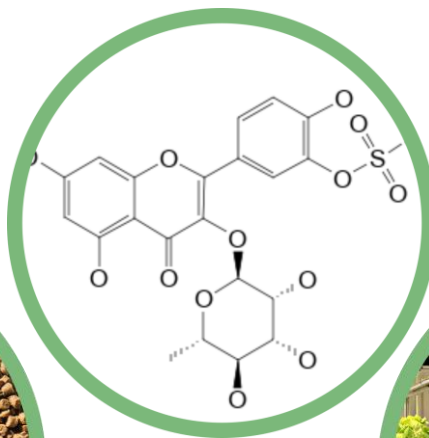
Plantes utilisées en additifs alimentaires



Maurieri et al., 2018
 Reverter et al., 2014
 Elumalai et al., 2020

Les 4 axes de recherche

Identification de molécules



Ajout de biomolécules
dans l'aliment

Amélioration de la
production en
aquaponie

Ajout de biomolécules dans l'eau



Effets de biomolécules intégrées dans l'alimentation

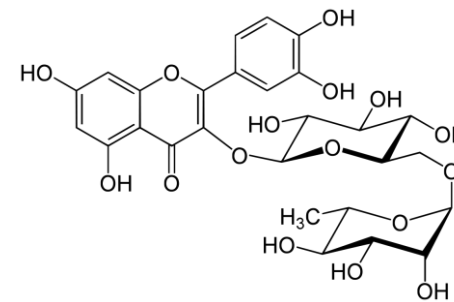
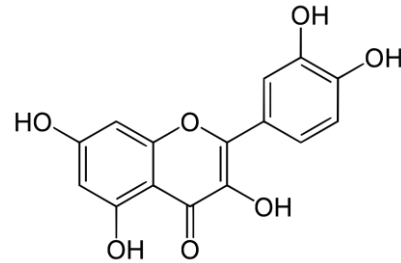


Expérience 1

Molécule	Espèce	Effets	Références
Quercétine	Tilapia <i>O. niloticus</i>	• ↑ Croissance • ↑ Activité antioxydante • ↓ Taux de graisse	(Zhai & Liu 2013)
	Flet <i>P. olivaceus</i>	• ↑ Croissance • ↓ Cholestérol • ↓ Activité antioxydante • ↑ Lysozyme • ↓ Cortisol	(Shin et al. 2010)
	Dorade rose <i>M. amblycephala</i>	• ↑ Croissance • ↑ Immunité et activité antioxydante	(Jia et al. 2019)

Effet de rutine et quercétine dans l'alimentation

Expérience 1



Aliment

Aliment + Quercétine

Aliment + Rutine



- 2 g/kg aliment
- 84 jours
- croissance
- stress
- immunité



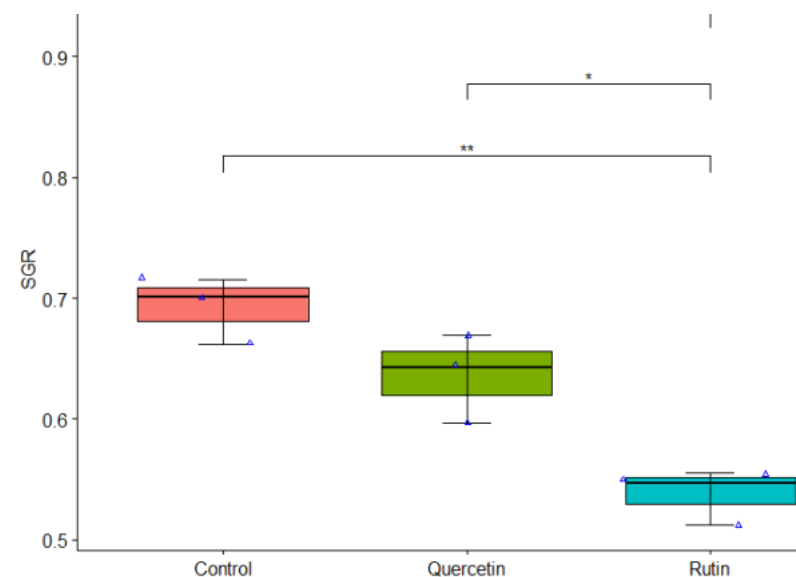


Effet de rutine et quercétine dans l'alimentation

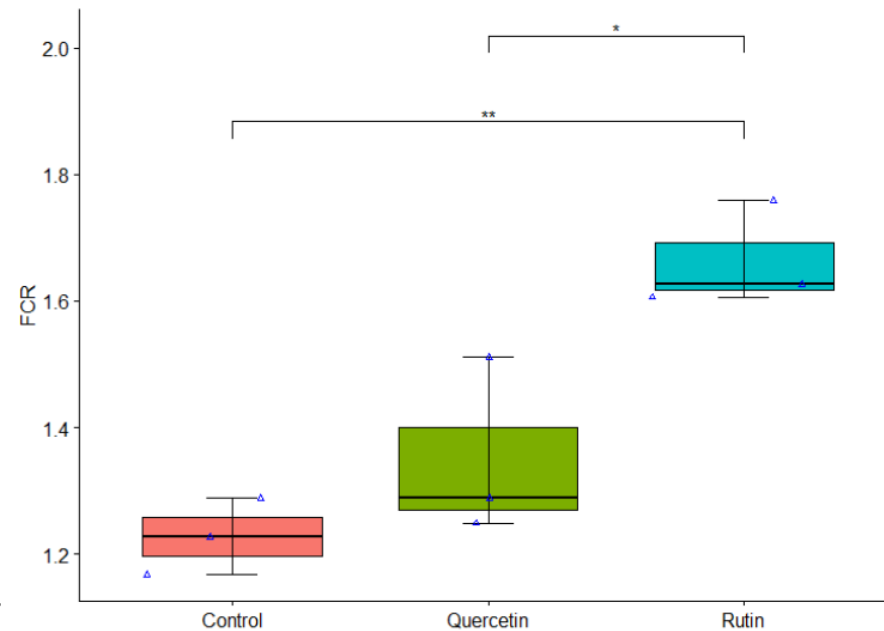


Expérience 1

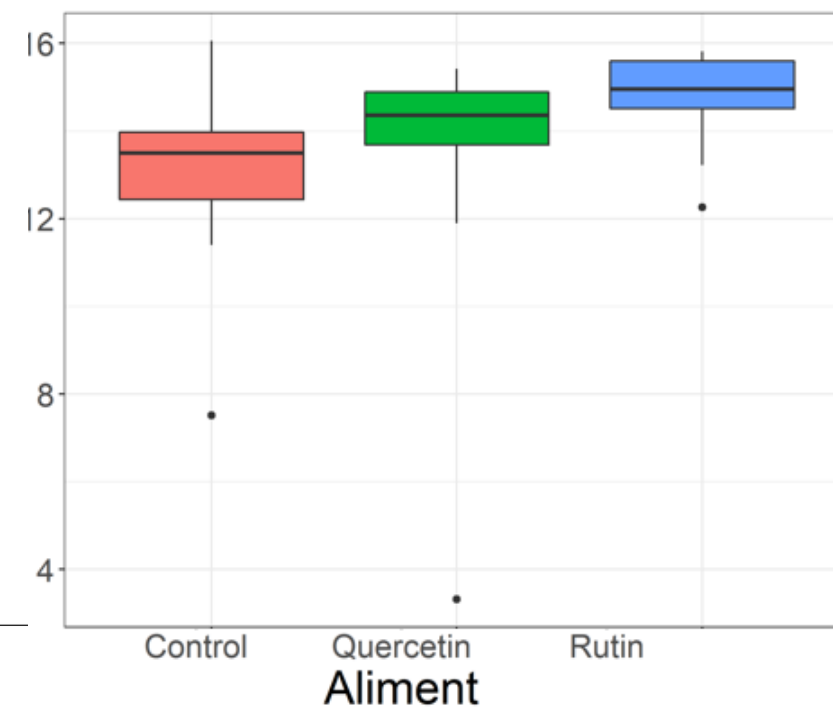
Croissance



Food conversion Ratio (FRC)



Activité lysozyme



Ajout de biomolécules dans l'eau

Expérience 2

- Quercétine
(1 µg/L)

(Wang et al.2019)



Danio rerio
(Poisson zèbre)



Amélioration des paramètres
immunologiques
↑ Activité antioxydante

- Acides fulviques
(0,5 et 50 mg C /L)

(Lieke et al. 2021)



Oncorhynchus mykiss
(Truite arc-en-ciel)



↑ croissance
↓ Stress
Amélioration des paramètres
immunologiques



Mélange de biomolécules

Molécules d'intérêt

Expérience 2

❖ Quelles molécules cibler ?

20 molécules

Les effets biologiques intéressants

Présence dans les exsudats racinaires de plantes trouvées dans des fermes aquaponiques

Absorption possible par les poissons

Test sur les poissons (régime alimentaire ou dopage de l'eau)

score final	molécules	famille
54	Acide cinnamique	Acides phénoliques
30	Allicine	Thiosulfinate
36	Quercétine	Flavonoïdes
25	Acide benzoïque	Acides phénoliques
30	Tomatidine	Stéroïdes/alcaloïdes
36	acide vanillique	Acides phénoliques
19	Acide coumarique	Acides phénoliques
40	Acide caféique	Acides phénoliques
18	Naringénine	Flavonoïdes
34	Rutine	Flavonoïdes
20	Solasodine	Alcaloïdes
24	Gingérol	Acides phénoliques
19	Sanguinarine	Alcaloïdes
10	Epicatéchine	Flavonoïdes
10	Heneicosane	alcane
21	Acide férulique	Acides phénoliques
5	vanilline	aldéhyde
12	Acide tétradécanoïque	acide gras

Ajout de molécules dans l'eau

Expérience 2 :

juillet - août 2022

Apport en continu

Mélange de molécules

Quercétine
Rutine
Acide cinnamique
Acide vanillique



Control



Traitements

- 84 jours de test
- Mesure :
 - croissance
 - stress
 - immunité



Effets des exsudats de plantes

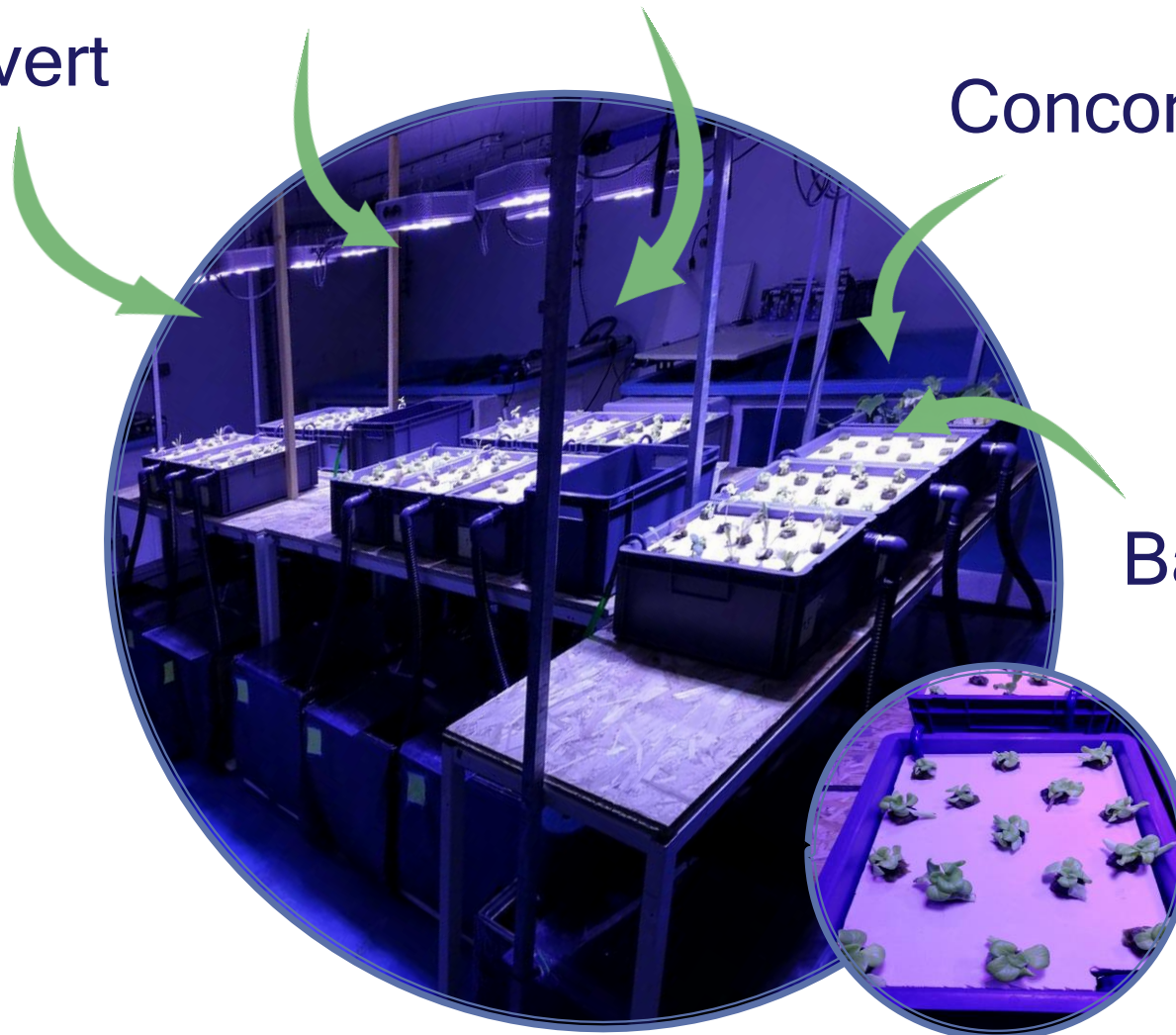


Expérience 3 :

Juin – juillet - août 2022

- 84 jours
- Mesure :
 - croissance
 - stress
 - immunité

Chicorée rouge Laitue
Chicorée vert Concombre
Basilic



Conclusion



Les plantes développées en aquaponie

Intérêt alimentaire

Biomolécules

Biocontrôle sur la
santé des poissons



Merci de votre attention

Choix des plantes

Expérience 3 :

- **Propriétés intéressantes des exsudats racinaires**
- **Bon rendement**
- **Croissance rapide et ne nécessitant que peu de nutriments.**

Espèces de plantes	Molécules	Effets	Références
Laitue (<i>Lactuca sativa</i>)	Acide cinnamique, quercétine	Anti-Stress	Windisch et al., 2017 ; Dupont et al. 2000
Concombre (<i>Cucumis sativus</i>)	Acide cinnamique Epicatechine Acide cinnamique	Antiparasitaire Immunité Anti-stress	Zhou & Yu 2006, Chen et al. 2011 Zhao et al. 2016
Basilic (<i>Ocimum basilicum</i>)	Acide rosmarinique, acide caféique, acide chicorique, acide ferrulique	Antioxydant	Ciriello et al. 2021
Chicorée (<i>Cichorium intybus</i> 'Palla Rossa')	Acide gallique, acide caféique, acide chicorique, acide protocatéchique.	Antioxydant	Rossetto et al. 2005
Chicorée (<i>Cichorium intybus</i> var. <i>foliosum</i>)	lactucin, lactucopicrin, 8-deoxylactucin, acide cafféique, acide chicorique	anti-inflammatoire and antibactérien	Janda et al. 2021

Molécules d'intérêt

❖ Quelles molécules cibler ?

5 sections

score final	molécules	famille	score int	présence plantes								effets biologiques										testé sur poissons				Absorption							
				TOMATE	CONCOMBRE	LAITUE	POIS	HARICOTS	CAROTTES	AIL	PERSIL	COURGETTE	score int	AO	AS	AI	IS	ABM	A	CP	D	H	AT	PB	Score int	régime	Immersion	bain propolis	score int	Log Kow	Score int	absorption branchie	Score int
				3	3	2	3	3	2	2	1	2		AO	AS	AI	IS	ABM	A	CP	D	H	AT	PB									
54	Acide cinnamique	Acides phénoliques	3	1	1	1	1				11	3	3	3	3	2			2		1		17	2			1	3	2.13	2	0.104	1	
30	Allicine	Thiosulfinate							1		2	3			3	2	2	1		1			12	2				2	1.87	0	0.135	2	
36	Quercétine	Flavonoïdes	3	1	1				1		8			3	3	2		1			1		9	2	3	1	6	1.99	0	0.104	1		
25	Acide benzoïque	Acides phénoliques	3	1	1	1	1	1			14		3									3				1	1	1.87	0	0.118	1		
30	Tomatidine	Stéroïdes/alcaloïdes	2	1							3			3	3	2				1	1		10	2			2	6.62	3	-0.004	0		
36	acide vanillique	Acides phénoliques	3	1	1	1	1	1			14	3		3	3							9					0	1.43	0	0.118	1		
19	Acide coumarique	Acides phénoliques	3	1			1				6	3										3	2				2	1.46	0	0.134	2		
40	Acide caféique	Acides phénoliques	3	1	1						6	3		3		2	2					13	2		1	3	1.15	0	0.144	2			
18	Naringénine	Flavonoïdes	3	1				1			6		3									3				1	1	2.52	2	0.079	0		
34	Rutine	Flavonoïdes	3	1	1				1		8	3		3		2		1				9	2		1	3	1.76	0	0.130	2			
20	Solasodine	Alcaloïdes	2	1							3			3	2						1	6				0	8.2	3	0.006	0			
24	Gingérol	Acides phénoliques	3								0	3		3	2							8		3		3	2.72	2	0.061	0			
19	Sanguinarine	Alcaloïdes	2								0			3	2							5		3		3	3.74	2	0.136	2			
10	Epicatechine	Flavonoïdes	3	1	1						6											0				0	0.51	0	0.114	1			
10	Heneicosane	alcane		1							3				2							2				0	10.7	3	0.050	0			
21	Acide férulique	Acides phénoliques	3								0	3		3							1	7	2			2	1.51	0	0.124	2			
5	vanilline	aldéhyde									0				2							2			1	1	1.21	0	0.097	0			
12	Acide tétradécanoïque	acide gras		1							3	3										3				0	6.11	3	0.051	0			

signifie qu'aucune donnée n'a été trouvée pour remplir ces cases

log Kow >4 Hydrophobe
 2 < log Kow < hydrophile à hydrophobe
 log Kow <2 hydrophile

Molécules d'intérêt

score final	molécules	famille	score int	présence plantes								score int	
				TOMATE	CONCOMBRE	LAITUE	POIS	HARICOTS	CAROTTES	AIL	PERSIL		COURGETTE
				3	3	2	3	3	2	2	1		2
54	Acide cinnamique	Acides phénoliques	3	1	1	1	1						11
30	Allicine	Thiosulfinate							1				2
36	Quercétine	Flavonoïdes	3	1	1				1				8
25	Acide benzoïque	Acides phénoliques	3	1	1	1	1	1					14
30	Tomatidine	Stéroïdes/alcaloïdes	2	1									3
36	acide vanillique	Acides phénoliques	3	1	1	1	1	1					14
19	Acide coumarique	Acides phénoliques	3	1			1						6
40	Acide caféique	Acides phénoliques	3	1	1								6
18	Naringénine	Flavonoïdes	3	1				1					6
34	Rutine	Flavonoïdes	3	1	1				1				8
20	Solasodine	Alcaloïdes	2	1									3
24	Gingérol	Acides phénoliques	3										0
19	Sanguinarine	Alcaloïdes	2										0
10	Epicatéchine	Flavonoïdes	3	1	1								6
10	Heneicosane	alcane		1									3
21	Acide férulique	Acides phénoliques	3										0
5	vanilline	aldéhyde											0
12	Acide tétradécanoïque	acide gras		1									3

Plantes présentes dans la ferme de l'abbaye

- 3 → Présence en grande proportion
- 2 → Présence en moyenne proportion
- 1 → Présence en faible proportion

Présence des molécules dans les exsudats racinaires :

Vide : Absence
1 : Présence

Molécules d'intérêt

		effets biologiques											testé sur poissons				
score final	molécules	AO	AS	AI	IS	ABM	A	CP	D	H	AT	PB	Score int	régime	Immersion	bain propolis	score int
54	Acide cinnamique	3	3	3	3	2			2		1		17	2		1	3
30	Allicine	3			3	2	2	1		1			12	2			2
36	Quercétine			3	3	2					1		9	2	3	1	6
25	Acide benzoïque		3										3			1	1
30	Tomatidine			3	3	2				1	1		10	2			2
36	acide vanillique	3		3	3								9				0
19	Acide coumarique	3											3	2			2
40	Acide caféique	3		3		2	2					3	13	2		1	3
18	Naringénine		3										3			1	1
34	Rutine	3		3		2		1					9	2		1	3
20	Solasodine			3		2					1		6				0
24	Gingérol	3			3	2							8		3		3
19	Sanguinarine			3		2							5		3		3
10	Epicatechine												0				0
10	Heneicosane					2							2				0
21	Acide férulique	3			3						1		7	2			2
5	vanilline					2							2			1	1
12	Acide tétradécanoïque	3											3				0

Score:

3 Propriété recherchée



1 Propriété moins importante

		score
AO	anti oxydant	3
AS	anti stress	3
AI	anti inflammatoire	3
IS	immunostimulant	3
AB	anti bactérien et microbien	2
CP	cardioprotecteur	1
PB	protege les branchies	3
D	digestion	2
AT	anti tumeur	1
H	hypcholestrolemic	1
A	antibiotic	2



Quantifie l'hydrophobicité d'une substance

log Kow > 4 Hydrophobe

2 < log Kow < 4 hydrophile à hydrophobe

log Kow < 2 hydrophile

score final	molécules	Absorption			
		Log Kow	Score int	absorption branche	Score int
54	Acide cinnamique	2.13	2	0.104	1
30	Allicine	1.87	0	0.135	2
36	Quercétine	1.99	0	0.104	1
25	Acide benzoïque	1.87	0	0.118	1
30	Tomatidine	6.62	3	-0.004	0
36	acide vanillique	1.43	0	0.118	1
19	Acide coumarique	1.46	0	0.134	2
40	Acide caféique	1.15	0	0.144	2
18	Naringénine	2.52	2	0.079	0
34	Rutine	1.76	0	0.130	2
20	Solasodine	8.2	3	0.006	0
24	Gingérol	2.72	2	0.061	0
19	Sanguinarine	3.74	2	0.136	2
10	Epicatechine	0.51	0	0.114	1
10	Heneicosane	10.7	3	0.050	0
21	Acide férulique	1.51	0	0.124	2
5	vanilline	1.21	0	0.097	0
12	Acide tétradécanoïque	6.11	3	0.051	0

(en nmol.cm⁻².h⁻¹)