



UNIVERSITÉ
LAVAL

eawag
aquatic research **ooo**



COUVOIR SCOTT
GÉNÉRATEUR DE QUALITÉ

FAISABILITÉ ÉCONOMIQUE DE LA GESTION DE RÉSIDUS PAR DES MOUCHES SOLDATS NOIRES

***ADAPTATION D'UN OUTIL DE PRÉDICTION AU CAS DES
RÉSIDUS D'ABATTAGE***

**JOURNÉE D'ENTOMOCULTURE DE LA TFIC
21 AVRIL 2026**

PRÉCÉDEMMENT

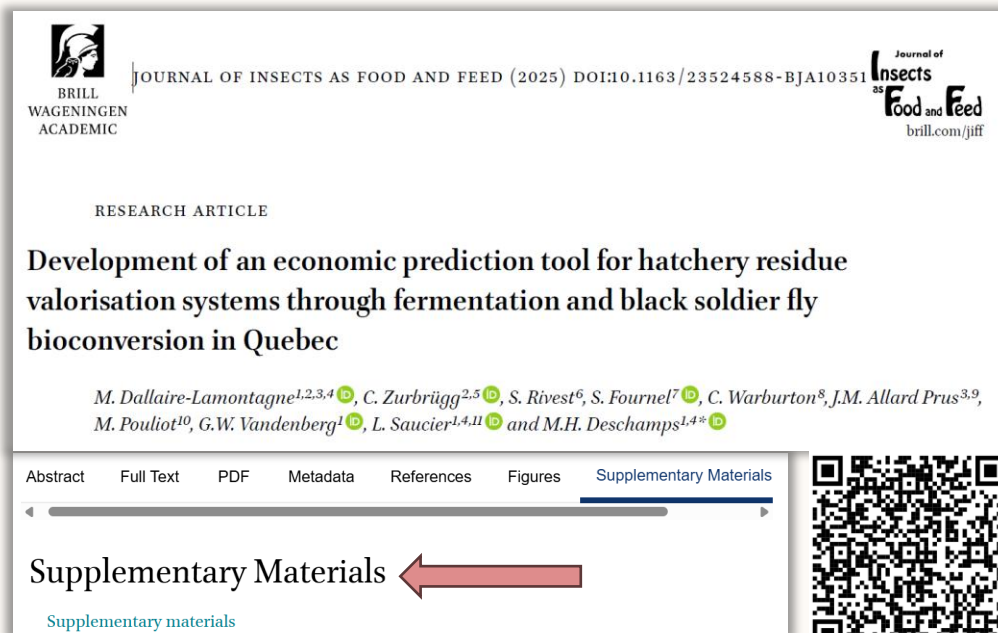
2

Développement d'un outil de prédiction économique de la bioconversion à l'aide de mouches soldats noires en contexte québécois

- 32 différents scénarios de production
- Outil Excel disponible en matériel supplémentaire de l'article publié
- <https://doi.org/10.1163/23524588-bja10351>

Réalisation d'une étude de faisabilité technico-économique pour le cas des résidus de couvoir

- <https://doi.org/10.1163/23524588-bja10352>



BRILL WAGENINGEN ACADEMIC | JOURNAL OF INSECTS AS FOOD AND FEED (2025) DOI:10.1163/23524588-BJA10351 | Journal of Insects as Food and Feed | brill.com/jiff

RESEARCH ARTICLE

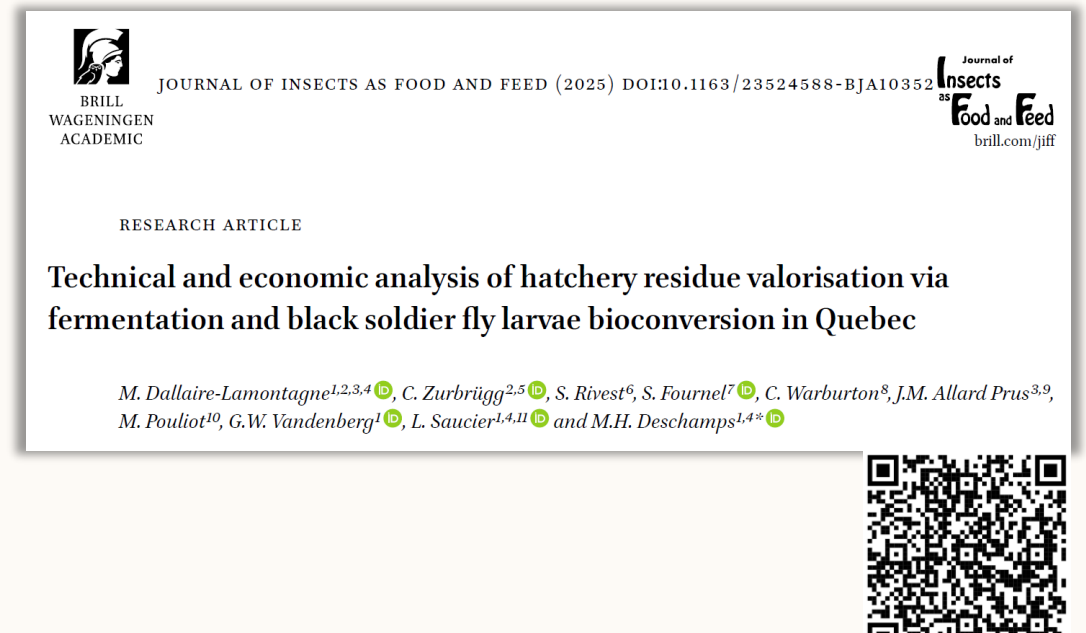

Development of an economic prediction tool for hatchery residue valorisation systems through fermentation and black soldier fly bioconversion in Quebec

M. Dallaire-Lamontagne^{1,2,3,4}, C. Zurbrügg^{2,5}, S. Rivest⁶, S. Fournel⁷, C. Warburton⁸, J.M. Allard Prus^{3,9}, M. Pouliot¹⁰, G.W. Vandenberg¹, L. Saucier^{1,4,11} and M.H. Deschamps^{1,4}*

Abstract Full Text PDF Metadata References Figures Supplementary Materials

Supplementary Materials ←

Supplementary materials




BRILL WAGENINGEN ACADEMIC | JOURNAL OF INSECTS AS FOOD AND FEED (2025) DOI:10.1163/23524588-BJA10352 | Journal of Insects as Food and Feed | brill.com/jiff

RESEARCH ARTICLE

Technical and economic analysis of hatchery residue valorisation via fermentation and black soldier fly larvae bioconversion in Quebec

M. Dallaire-Lamontagne^{1,2,3,4}, C. Zurbrügg^{2,5}, S. Rivest⁶, S. Fournel⁷, C. Warburton⁸, J.M. Allard Prus^{3,9}, M. Pouliot¹⁰, G.W. Vandenberg¹, L. Saucier^{1,4,11} and M.H. Deschamps^{1,4}*



LE CAS DES RÉSIDUS DE COUVOIR

3

Une faisabilité variable selon les scénarios

- Les stratégies de fermentation et de reproduction les plus favorables dépendent de l'échelle de production
- Seul le modèle centralisé est rentable
- Modèle décentralisé (>15 t/semaine) réduit les frais de gestion liées aux méthodes conventionnelles



Pour la suite

- Évaluer le modèle décentralisé à partir de résidus générés en grands volumes (ex. résidus d'abattage de volailles)

Table 1. Cost margin per production capacity (USD/t per week)

Models	Whey permeate form	Reproduction type	Margin full capacity
Centralised 110 t/week	Dry	In-house	584
		External	583
	Wet	In-house	628
		External	628
Decentralised 10 t/week	Dry	In-house	-673
		External	-606
	Wet	In-house	-840
		External	-773
Decentralised 15 t/week	Dry	In-house	-116
		External	-110
	Wet	In-house	-176
		External	-170
Decentralised 25 t/week	Dry	In-house	-25
		External	-38
	Wet	In-house	-31
		External	-44

LE CAS DES RÉSIDUS D'ABATTAGE

4

Survol de l'industrie de l'abattage de volailles

- Production de 355 millions de kg de poulets éviscérés au Québec en 2022 (1/4 de la production canadienne; MAPAQ, 2026)
- 24 abattoirs au Québec à différente échelle de production
 - Projet pilote d'abattage des poulets à la ferme (max 300 poulets/an; MAPAQ, 2025)
 - Abattoirs commerciaux → transformation de 2,2 millions de poulets/semaine (3 usines d'Exceldor; Blackburn, 2024)
- 1 seul abattoir commercial peut générer plus de déchets que l'ensemble des couvoiriers du Québec



Carte des entreprises en abattage au Québec

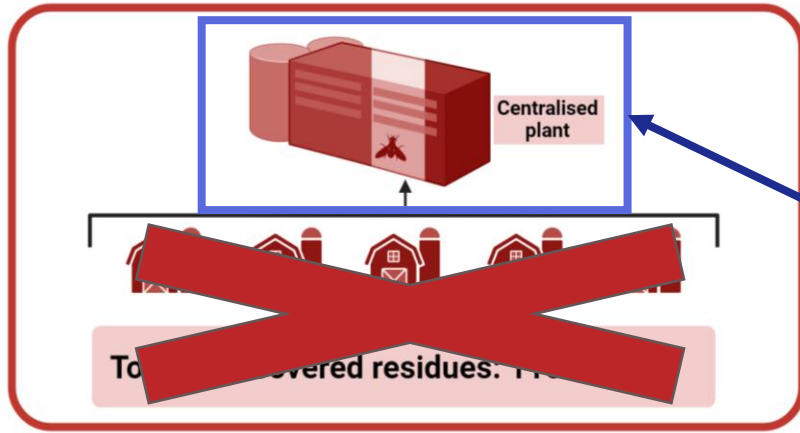
LES BOUES D'ABATTOIR DE VOLAILLES

- Différents types de résidus à l'abattage
 - Tête, pâtes, plumes, viscères (560g/poulet; Mozhiarasi et al., 2025)
 - Eaux de lavage (8L/poulet; ClearFor, 2026)
- Eaux de lavage sont riches en nutriments (solides en suspension, sang, gras, excréments; Del Ney et al., 2007)
 - Centrifugation facilite leur gestion (réduction eau) → boues d'abattage
- Abattoir Exceldor de St-Anselme (volaille) applique cette méthode (génère des boues à 20% MS):
 - 140t de boues/semaine

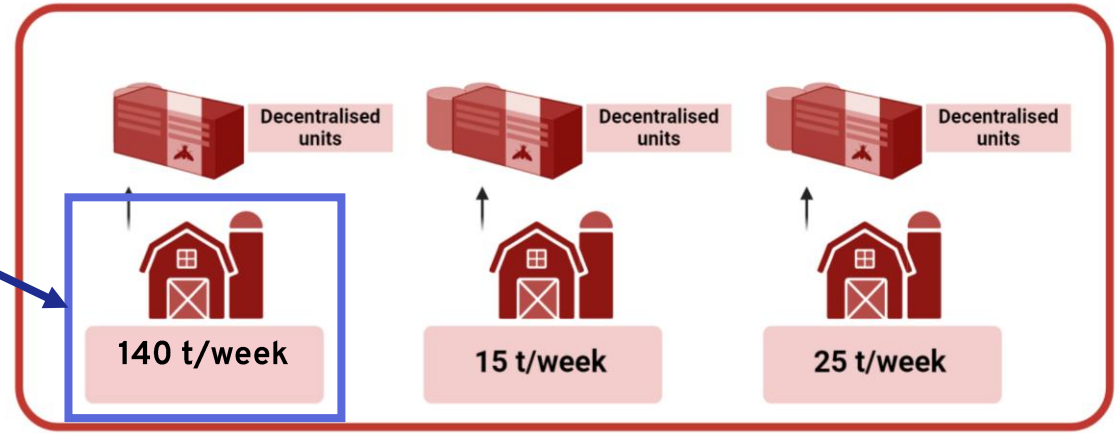


SCÉNARIOS DE PRODUCTION ENVISAGEABLES

Centralised model

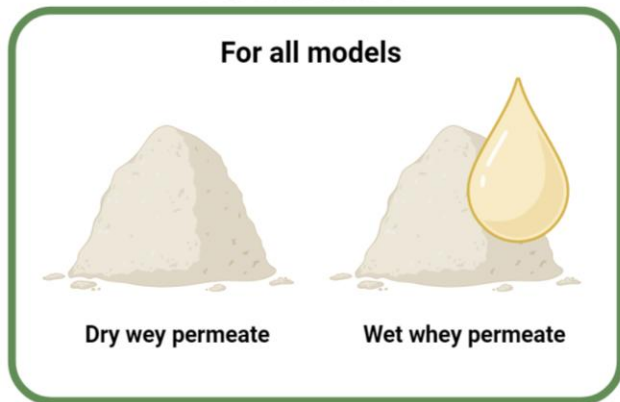


Decentralised models



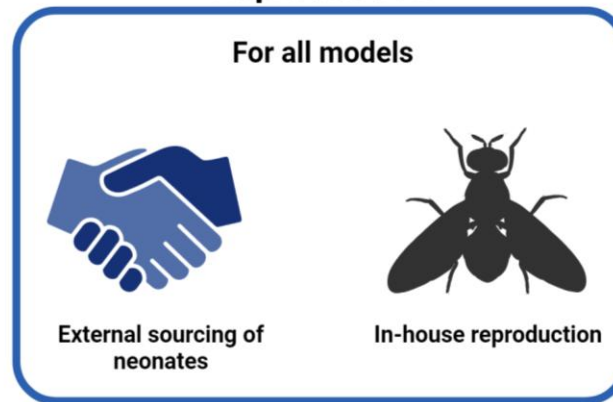
Fermentation

For all models



Reproduction

For all models



Packaging

For all models



PARAMÈTRES À CONSIDÉRER ET ADAPTER AUX BESOINS

- L'outil tient compte des étapes suivantes:
 - Transport
 - Fermentation
 - Bioconversion
 - Reproduction
 - Transformation primaire (abattage, stérilisation, séchage) et emballage
- Division en 14 onglets:

2. Calendar centralised

3. Calendar decentralised

4. Workers needs

5. Residue volume (Feed)

6. Transport cost

7. Fermentation cost

8. Reproduction cost

9. Bioconversion cost

10. Processing cost


11. Energy cost

12. Infrastructure_equipement

13. Larval data and products

14. Total

Installation de l'option solveur sur Excel pour profiter de toutes les fonctionnalités de l'outil

 Solveur

ADAPTATION DES PARAMÈTRES

Transport

- Valorisation des boues d'abattoir sur place évite leur transport/infrastructures de réception
 - Retirer du calculateur pour adapter modèle centralisé (-5% des coûts d'opération)
- Besoin en transport pour autres intrants (fumier et perméat de lactosérum)

6. Transport cost

All cost in CAD (\$)				
Table 20. Centralized (unit capacity: 110 t, wet basis/week)				
Parameters	Manure-closest farm	Whey permeate (dry) - Agropur, St-Hyacinthe	Whey permeate (wet) - Agropur, St-Hyacinthe	Neonates
Truck capacity (t)--> ability to transport at least 30 t	28	32	32	32
Number of travel/week (1 if residues volume per farm<28 t)	0.386363636	0.159957703	0.5	0.5
Transport distance (km) to unit	18	19.6	152	185
Transport distance (km) /week	13.90909091	3.13517098	76	185
Transport time (min) to unit/week	40	49	1187.814006	1187.814006
Transport cost (\$) to unit/week	37.30417355	48.90866729	1185.6 0 (shipping include)	1185.6 0 (shipping include)

Table 24. Localisation					
Site	Location	Distance to Agropur (km; dry whey perméat)	Distance to Agropur (km; wet whey perméat)	Distance to Entosystem (km)	Distance to manure farm (Ferme origine)
Agropur plant (address dry whey perméate)	995 Rue Daniel - Johnson E, Saint-Hyacinthe,	0	0	0	0
Agropur plant (address wet whey perméate)	81 Rue Saint-Félix, Notre-Dame-du-Bon-Conseil, QC J0C 1A0, Canada	19.6	152	185	18
Entosystem	3575 Marie-Curie St, Drummondville, Quebec J2A 0A9, Canada	19.6	152	185	18
Centralised plant	460 PRINCIPALE RUE S, Saint-Anselme, QC G0L	19.6	152	185	18

Médian internal transport cost (salary): 24\$ CAD per hours	Tonne-kilometre tariffs applicable to vehicle	Cost of a used 10-wheel tipper truck with 3 Life duration	Residual value	Depreciation
30	0.115	185 000	7	10000 25000

Source: https://www.guichetemplois.gc.ca/explore_career/job_market Source: <https://www.petro-canada.ca/en/bu> Source fuel consumption: Wang, J., & Rakha, H. A. (2017). Fuel consumption model for heavy duty diesel trucks: Model development and testing. Transportation Research Part D: Transport

Scenario of transport	Price(\$)/km for truck with 32t of whey capacity
Scenario with free transport cost	0 \$
Scenario with high transport cost	21.2

ADAPTATION DES PARAMÈTRES

Fermentation

- Pertinence pour décontamination des boues et prévention odeurs
- Paramètres optimisés pour résidus de couvoir (temps, ferment, perméat) mais applicable aux boues d'abattoir
- Adapter teneur en MS pour calcul des taux d'inclusion (glucides, ferment)
- Simple à retirer si étape non nécessaire → intrants et infrastructures à zéro et enlever temps de travail associé).

Fermentation inputs cost

Table 25. Data inputs fermentation process

Parameters	Boues d'abattoir	Manure	Whey permate (dry)	Whey permate (liquid)	Ferment (Lallemande Manure Pro; commercial n
Dry matter content (%)	20.4	66	96.2	45	100
Lactose content (% dry matter)	0	0	87	87	0
Lactose inclusion level (% HR, dry bas	0	0	15	15	0
Inclusion level (% HR, dry basis)	100	25	17.24137931	17.24137931	0.02745098
Inclusion level (% HR, wet basis)	100	7.727272727	8.961215858	7.816091954	0.0056
Price (USD/T)	0	0	400	0	170714.3

Pre-treatment infrastructure (reception to Fermentation)

Table 30. Centralized (unit capacity: 110 t, wet basis/week)

Infrastructure	Capacity (T)	Number	Cost of equipment (\$ CAD)	Cost of installation (\$ CAD)	Total cost
Manure pit cover (size +additionnal water)	45	1	75060	20000	9506
Manure pit	45	1	100000	0	10000
Manure grinder (t/hours): Broyeur à marteaux A32	2	1	15000	2000	1700
Hatchery residues grinders + knife valve + Hachoir(t/hours):	12	0	16000	10300	
Whey permate silo (reception) (wet WP)	6	4	10000	1600	4231
Hatchery residus silo (reception)	22	0	40000	4000	
Fermentation substrate silo (storage post-fermentation) (Dry WP)	21	7	40000	4000	32672

7. Fermentation cost

ADAPTATION DES PARAMÈTRES

10

Bioconversion

- Teneur en MS des boues influence:
 - Taux d'alimentation
 - Besoin en espace (bac)
 - Vitesse d'assèchement des frass
- Important de réaliser des essais de bioconversion pour obtenir des données réalistes et ajuster la formulation des diètes au besoin

Paramètres de bioconversion d'une diète de boues d'abattoir de volailles (75%) et de fumier de poulet (25%)

Paramètres	Données*
Humidité de la diète (%)	65
Taux d'alimentation (g/larves, base sèche)	0,6
Temps de développement larvaire (jours)	9
Poids à la récolte (mg, base humide)	203,3
Taux de bioconversion (% , base humide)	13,4
Taux de bioconversion (% , base sèche)	12,4
Taux de réduction (% , base sèche)	41,1

13. Larval data and products

Table 79. Bioconversion data

Parameters	Data from Littérature	Data from trials
Tray capacity Manna (residus, t)	0.008	
Diets needs for bioconversion cycle (g DM/larvae)	0.6	0.6
Weight of 15 DOL (g/larvae, wet basis)	0.153	0.14
Survival rate (%)	80	
Bioconversion rate (BCR; %, wet basis)	17	13.4
Waste reduction ratio (% , wet basis)	40	41.1
Frass conversion ratio (% , wet basis)* , pre-compostir	63	
Frass conversion ratio (% , wet basis)* , post composti	61.11	

*: 63%, poultry manure (Quilliam et al.)

*Données basées sur des essais chez Inscott, 2023

ADAPTATION DES PARAMÈTRES

Main d'œuvre

- Augmenter les heures de travail associées à certaines tâches
- Adapter salaire de la main d'œuvre au besoin (chiffres actuels basés sur 2024-2025)

Table 5. Centralized (unit capacity: 110 t, wet basis/week)

Steps of production	Position (number)	Tasks	Hours of work/week	Salary (USD \$/hours)	Cost (USD \$)/week
Reception and fermentation	General worker (1)	Reception of input/residues an	40	18.3	730
Reproduction (homemade)	General worker (2)	5-17 DOL, pupae, Fly managem	80	18.25	1460
Nursery	General worker (3)	Management of neonate crates	40	18.25	730
Bioconversion	General worker (3)	Neonates transfert to bioconve	46	18.25	839.5
Harvesting	General worker (3-4)	Harvesting of larvae and frass +	89.66367628	18.25	1636.362092
Frass treatment	General worker (1)	Composting of frass + packagir	46	18.25	839.5
Larvae treatment	General worker (5-6)	Sterilizing + drying + packagir	128.550679	18.25	2346.049891
Site management	Site manager (7)		80	33.996875	2719.75
Admin and accounting	Admin and accounting (8)		40	46.61415	1864.566
Total	14.8		590.2143552		13165.72798

4. Workers needs

ADAPTATION DES PARAMÈTRES

Transformation

- Confirmer teneur en MS des frass et des larves
- Valider niveau de contamination microbologique

Paramètres financiers

- Ajuster taux d'intérêt des prêts bancaires et amortissement des infrastructures dans le temps
- Prix de vente en fonction des marchés (à valider a avec acheteur potentiel)
- Adapter coût énergétique, taux de change, tarifs de construction (chiffres actuels basés sur 2024-2025)

Table 84. Market data (reference price)

Parameters	Bulk	Retail*
Value dry BSF (USD/T)	3800	7252
Value composted frass (USD/T)	301	840

13. Larval data and products

Conversion CAD to USD:	Conversion euro to USD:
0.73	1.16

14. Total

CE QUE L'ON OBTIENT

- CAPEX et OPEX par étape de production (transport, reproduction, bioconversion, transformation)
- Revenus par produit (larves et frass) et selon marché ciblé (vrac ou détail)
- Profits pour chaque scénario sur 10 ans
- Prix limite à la rentabilité des produits selon les marchés ciblés (requiert l'outil **Solveur** sur Excel)

Table 88. Revenus/Week (USD)	
Homemade reproduction scenario	
Scenario	
Centralized (unit capacity: 110 t, wet basis/week)	

		Bulk				
Type Whey permate		Profit (1 year ramp up)	Profit (2 year ramp up)	Profit (3 year ramp up)	Profit/week (year 5)	Profit/week (year 10)
Dry WP		-18863		-12666	-6469	-4403
Wet WP		-18692		-12125	-5557	-3368
		-24 à -30 USD/t				
		Retail				
Type Whey permate		Profit (1 year ramp up)	Profit (2 year ramp up)	Profit (3 year ramp up)	Profit/week (year 5)	Profit/week (year 10)
Dry WP		3150		30292	57434	66481
Wet WP		3321		30833	58345	67516
		474 à 482 USD/t				

14. Total

? Solveur

Table 88. Break-even price constraints		
Parameters	Bulk	Retail*
Value dry BSF (USD/T)	3800	7252
Value composted frass (USD/T)	353.287442	840

CONSIDÉRATIONS

- Prédiction optimiste, avec adaptations requises des infrastructures sous-estimées
- Autres contraintes à considérer:
 - Disponibilités des résidus et variabilité dans la composition
 - Compétition pour l'approvisionnement
 - Variation de la demande et prix du marché
 - Volume minimal pour accéder aux marchés
 - Acceptabilité sociale et contraintes réglementaires



L'outil développé permet d'évaluer la faisabilité globale des projets, mais une validation à l'échelle pilote demeure indispensable avant d'envisager un déploiement à plus grande échelle

MERCI!

Merci à toutes les collaborateurs et partenaires ayant participé à ce projet.



Mariève Dallaire-Lamontagne
marieve.dallaire-lamontagne.1@ulaval.ca

