

**Travail de fin d'études en sciences et technologies de l'environnement :
Évaluation et cartographie d'un bouquet de services écosystémiques
d'infrastructures agroécologiques comme levier de résilience hydrologique -
application au bassin versant de Manihant-Ourcy.**

Auteur : Bercy, Maël

Promoteur(s) : Degré, Aurore

Faculté : Gembloux Agro-Bio Tech (GxABT)

Diplôme : Master en bioingénieur : sciences et technologies de l'environnement, à finalité spécialisée

Année académique : 2025-2026

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/26180>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Annexe

Annexe 1. Correspondance des services écosystémiques sélectionnés pour la classification CICES et IPBES

Services écosystémiques évalués	Classification CICES	Classification IPBES
Régulation hydrologique	Hydrological cycle and water flow regulation	Regulation of freshwater quantity, location and timing
Régulation de l'érosion hydrique	Erosion control	Erosion regulation
Pollinisation	Pollination	Pollination and dispersal of seeds and other propagules
Régulation des nutriments	Water Conditions	Water regulation

Annexe 2. Couches communes aux SES d'InVEST

Nom	Valeur	Ressources
Land use/land cover	Code LULC du LifeWatch, résolution 1m.	Fédération Wallonie-Bruxelles (FWB) - LifeWatch - Ecotopes 2022 (2023-10-31), EPSG :31370. https://geodata.wallonie.be/id/3d4ed214-db59-4c6c-b455-814ed0fe285e. Téléchargé le 10 avril 2026 sur https://maps.elie.ucl.ac.be/lifewatch/ecotopes_wal.html?lang=en&year=2022
Digital elevation model	Modèle numérique de terrain, résolution 5m. Modèle numérique de terrain modifié avec les aménagements ModRec, résolution 5m.	MNT hydrologiquement corrigé du <i>bassin versant de Manaihan-Ourcy</i>, reçue de Camille Wezel, Gembloux Agro-bio-Tech, le 27 mars 2026. MNT du bassin versant de Manaihan-Ourcy <i>modifié pour les aménagements ModRec</i>, reçue de Camille Wezel, Gembloux Agro-bio-Tech, le 27 mars 2026.

Area of interest	Emprise du bassin versant de Manaihan-Ourcy	Couche shepfile du <i>bassin versant de Manaihan-Ourcy</i> , reçue de Camille Wezel, Gembloux Agro-bio-Tech, le 17 février 2026.
Flow direction algorithm	D8	Documentation InVEST
threshold flow accumulation	1000	Documentation InVEST, valeur par défaut.

Annexe 3. Carte d'entrées et paramètres du service de régulation hydrologique d'InVEST-SWY

Nom	Valeur	Ressources
biophysical table	Cn_c et Kc	Cn : Jaafar et al., 2019 Kc : Pereira et al., 2023. ; FAO 56
beta_i parameter	1	Documentation InVEST, valeur par défaut.
Gamma parameter	1	Documentation InVEST, valeur par défaut.
ET0 table	Évapotranspiration de référence, moyenne annuelle.	Zomer, R.J.; Xu, J.; Trabuco, A. 2022. Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database. Scientific Data 9, 409. https://www.nature.com/articles/s41597-022-01493-1
precipitation table	Précipitation annuelle moyenne rapporté au mois. 1123,78 mm/an.	Précipitation annuelle moyenne rapporté par mois issu du cumul annuel de précipitation utilisé pour la modélisation Mike-She du rapport ModRec. Information reçue de Wezel Camille, Gembloux-Agro-bio-Tech.
soil hydrologic group	C	Ross et al., 2018.

alpha_m parameter	1/12	Documentation InVEST – valeur par défaut.
rain events table	Nombre d'évènement pluvieux par mois.	IRM. (s.d.). Normales climatiques à Uccle. https://www.meteo.be/fr/climat/climat-de-la-belgique/normales-climatiques-a-uccle/precipitations/jours-de-precipitations

Annexe 4. Cartes d'entrées et paramètres du services de régulation de l'érosion hydrique InVEST-SDR.

nom	Valeur	Ressources
biophysical table	Dépend de l'occupation du sol.	Usle_c : McKague and al.(2023) Usle_p : McKague and al.(2023)
Erosivity	GeoTIFF, résolution 30 arcs-seonds.	European Soil Data Centre (ESDAC), esdac.jrc.ec.europa.eu, European Commission, Joint Research Centre. https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-rainfall-erosivity

Erodibility	GeoTIFF, résolution 25 km ² .	European Soil Data Centre (ESDAC), esdac.jrc.ec.europa.eu, European Commission, Joint Research Centre. https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-soil-erosion
Borselli k parameter	2	Documentation InVEST, valeur par défaut.
Maximum SDR value	0.8	Documentation InVEST, valeur par défaut.
Borselli IC0 parameter	0.5	Documentation InVEST, valeur par défaut.
Maximum I value	122	Documentation InVEST, valeur par défaut.

Annexe 5. Cartes d'entrées et paramètres du services de régulation des nutriments d'InVEST-NDR.

Nom	Valeur	Ressources
Nutrient runoff proxy	GeoTIFF, Quickflow index.	Raster QF modélisé par InVEST-SWY.
biophysical table	Load_n, load_type_n, eff_n, crit_len_n, proportion_subsurface_n.	load_n : Nutrient database of InVEST. load_type_n : Documentation InVEST, valeur par défaut. Eff_n : Nutrient database of InVEST Crit_len_n : Mayer et al., 2007 proportion_subsurface_n : Documentation InVEST, valeur par défaut.
Borselli parameter k	2	Documentation InVEST, valeur par défaut.
subsurface critical length (nitrogen)	200m	Documentation InVEST.
subsurface maximum retention	0.8	Documentation InVEST.

efficiency (nitrogen)		
--------------------------	--	--

Annexe 6. Paramètres du service InVEST-CP : Abondance de structure de nidification et de ressource florale (Wentling et al., 2021).

Occupation du sol	Code LifeWatch	Ressource « Nidification »	Ressource « florale »
Eau	10	0.0	0.0
Surface naturelle avec moins de 10% de végétation ("parking gravier")	15	0.3	0.2
Surface imperméable (route/parking)	20	0.3	0.0
Bâtiments	21	0.3	0.0
Cultures	30	0.4	0.5
Pâturages intensif	35	0.3	0.2

Prairies d'intérêt écologique	40	0.8	1.0
Prairies inondées	45	0.3	0.75
Fauche récente	48	0.7	0.35
Conifères >3m	50	0.8	0.3
Conifères <3m	51	0.8	0.3
Forêt de feuillus	55	0.8	0.9
Bocages	56	0.8	1.0
Non classifié	100	0.0	0.0

Annexe 7. Distances maximales de recherche de nourriture pour les espèces d'abeilles sélectionnée (Zurbuchen et al., 2010).

Espèces	Études	Proportions observées par étude (% d'individus capturés)	Proportion moyenne (%)	Proportion InVEST (%)	Recherche d nourriture (m)
Bombus pascuorum	[Noel et al., 2022 ; Fiordaliso et al., 2022]	[6,36 ; 23,27]	14,82	29,05	2300
Bombus terrestris	[Noel et al., 2022 ; Fiordaliso et al., 2022]	[13,70 ; 14,40]	14,05	27,55	800
Apis Mellifera	[Noel et al., 2022 ; Noel et al., 2021]	[8,62 ; 12,94]	10,78	21,14	1500
Bombus lapidarius	[Noel et al., 2022 ; Fiordaliso et al., 2022]	[2,40 ; 8,64]	5,52	10,82	450
Andrena flavipes	[Fiordaliso et al., 2022 ;	[4,43 ; 7,25]	5,84	11,45	1150

	Noel et al., 2021]				
TOTAL	[Noel et al., 2022 ; Fiordaliso et al., 2022 ; Noel et al., 2021]	[35,51 ; 66,5]	51,01	100,00	/

Annexe 8. Paramètres pour les tables biophysiques SWY, SDR et NDR.

Luc ode	Classe	Cn _c	Kc	Usl e_c	Usl e_p	load_ n (kg/h a*an)	load_t ype_n	eff _n	crit_l en_n (m)	proportion_su bsurface_n (m)
10	Eau	10 0.0	0. 65	0.1	1.0	5.4	measu red- runoff	0. 02	15.0	0.0
15	Pavés, gravier s.	91. 0	0. 5	0.1	1.0	5.4	measu red- runoff	0. 85	30.0	0.0
20	Surfac e	10 0.0	0. 0	0.1	1.0	5.4	measu red- runoff	0. 47	15.0	0.0

	imper méable									
21	Bâtime nts	10 0.0	0. 0	0.1	1.0	5.4	measu red- runoff	0. 47	15.0	0.0
30	Culture s	75. 0	0. 7	0.8	1.0	9.0	measu red- runoff	0. 25	84.0	0.0
35	Pâtura ges intensif	74. 0	0. 85	0.2	1.0	5.0	measu red- runoff	0. 62	84.0	0.0
40	Prairie s d'intér êt écologi que	72. 0	0. 95	0.1 5	1.0	5.0	measu red- runoff	0. 7	84.0	0.0
45	Prairie s inondé es	10 0.0	1. 10	0.2	1.0	5.0	measu red- runoff	0. 64	149. 0	0.0
48	Fauche récent e	75. 0	0. 85	0.2	1.0	5.0	measu red- runoff	0. 7	84.0	0.0

50	Conifères >3m	70.0	0.7	0.2	1.0	5.0	measured-runoff	0.8	44.0	0.0
51	Conifères <3m	70.0	0.7	0.15	1.0	2.5	measured-runoff	0.8	44.0	0.0
55	Forêt de feuillus	70.0	0.7	0.1	1.0	2.5	measured-runoff	0.8	44.0	0.0
56	Bocages	70.0	0.7	0.1	1.0	2.5	measured-runoff	0.8	44.0	0.0

Annexe 9. Cartes d'entrées utilisées pour l'évaluation matricielle

Données d'entrées nécessaires	Données et sources (Nom de la ou les couches, système de coordonnées de référence (SCR), type de donnée, dernière mise à jour)
Plan parcellaire cadastral	Service public de la Wallonie (SPW) - Plan parcellaire cadastral - situation courante. (B_CaPa, Belge 1972 / Belgian Lambert 72 (EPSG :31370), shapefile, 23/03/2026). Téléchargé le 17 mars 2026 sur https://geoportail.wallonie.be/catalogue/2aec918f-d04a-4c9b-9407-42825ab482f0.html#Details

Éléments structurant le paysage	SPW - Éléments structurants du Paysage - ligneux (2021). (ESP_LIGNEUX_2021__PONCTUELS, ESP_LIGNEUX_2021__LINEAIRES, ESP_LIGNEUX_2021__SURFACIQUES, Belge 1972 / Belgian Lambert 72 (EPSG :31370), shapefile, 25/03/2023). Téléchargé le 17 mars 2023 sur https://geoportail.wallonie.be/catalogue/644b2c00-cf36-4272-ac04-260ee953316a.html
Plan d'aménagement	Couche shapefile du plan d'aménagement du <i>bassin versant de Manihant-Ourcy</i> , reçue de Camille Wezel, Gembloux Agro-bio-Tech, le 17 février 2026.
Bassin versant de Manihant-Ourcy	Couche shepfile du <i>bassin versant de Manihant-Ourcy</i> , reçue de Camille Wezel, Gembloux Agro-bio-Tech, le 17 février 2026.
Surface_imperméable	Bâtiments extrait d'OpenStreetMap par l'extension OSM extractor by Jambar Lab.

Annexe 10. Table de correspondance des articles pour le tableau matriciel.

[1] : Rahman et al., 2023
[2] : Mitrová et al., 2025

[3] : Dollinger et al., 2015
[4] : Saraçoğlu et al., 2023
[5] : Biggs et al., 2015.
[6] : Rey et al., 2004.
[7] : Zhu et al., 2019.
[8] : Walton et al., 2020.
[9] : Robotham et al., 2022
[10] : Viaud et al., 2019.
[11] : Garratt et al., 2017.
[12] : Image et al., 2023
[13] : Maher et al., 2024.