



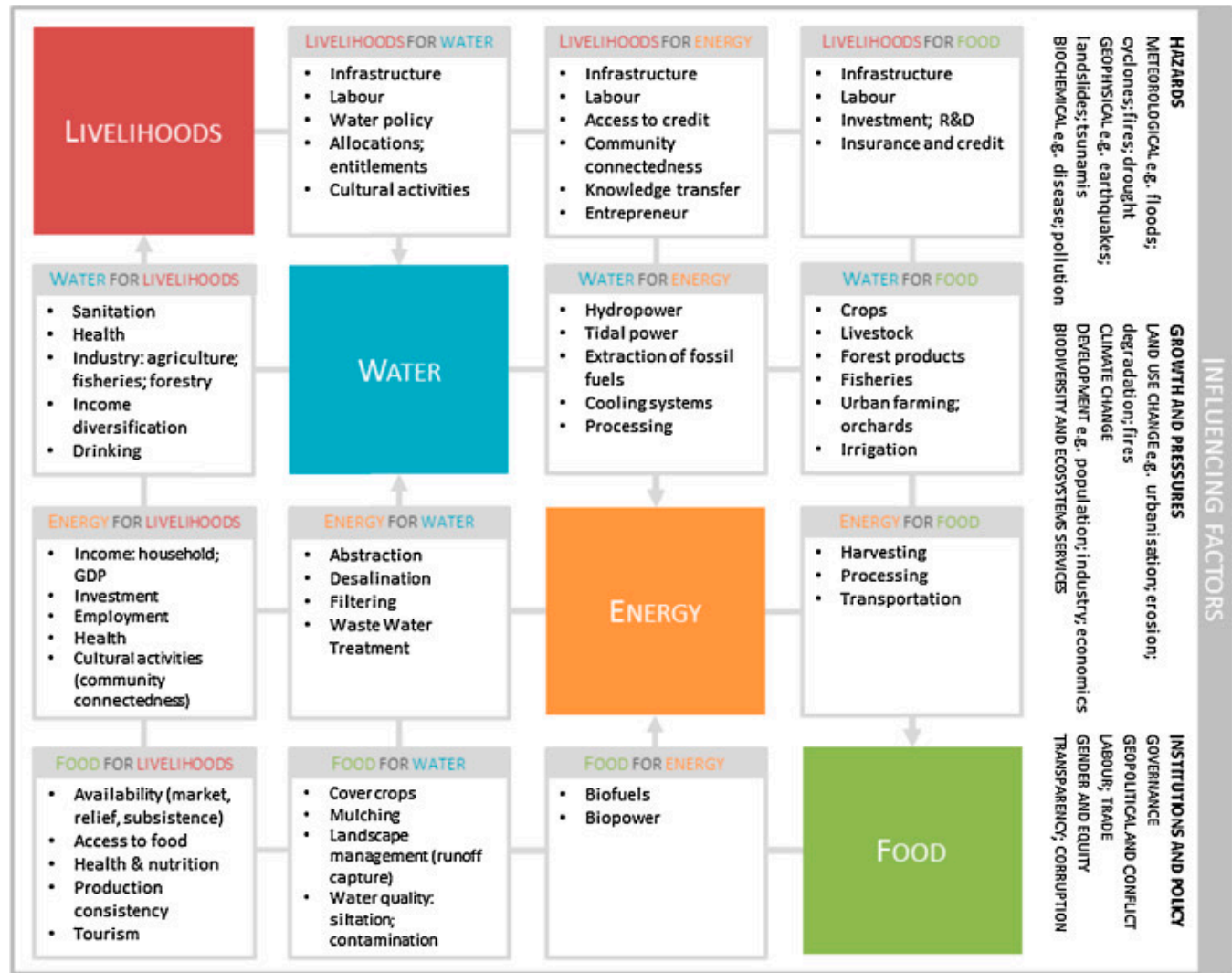
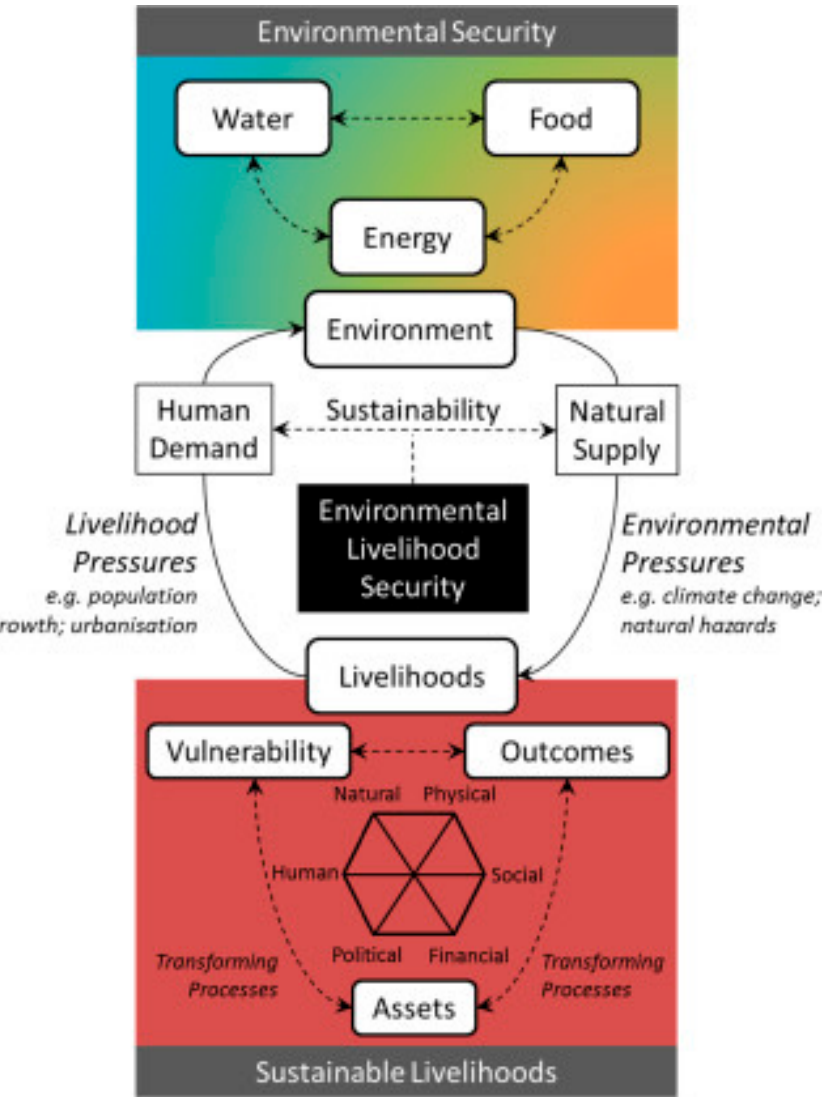
Nexus Climat-Eau-Sol-Ecosystèmes

Métabolisme et indicateurs de Genève et du Grand Genève

En collaboration avec OCAN, OCEAU et OCEV

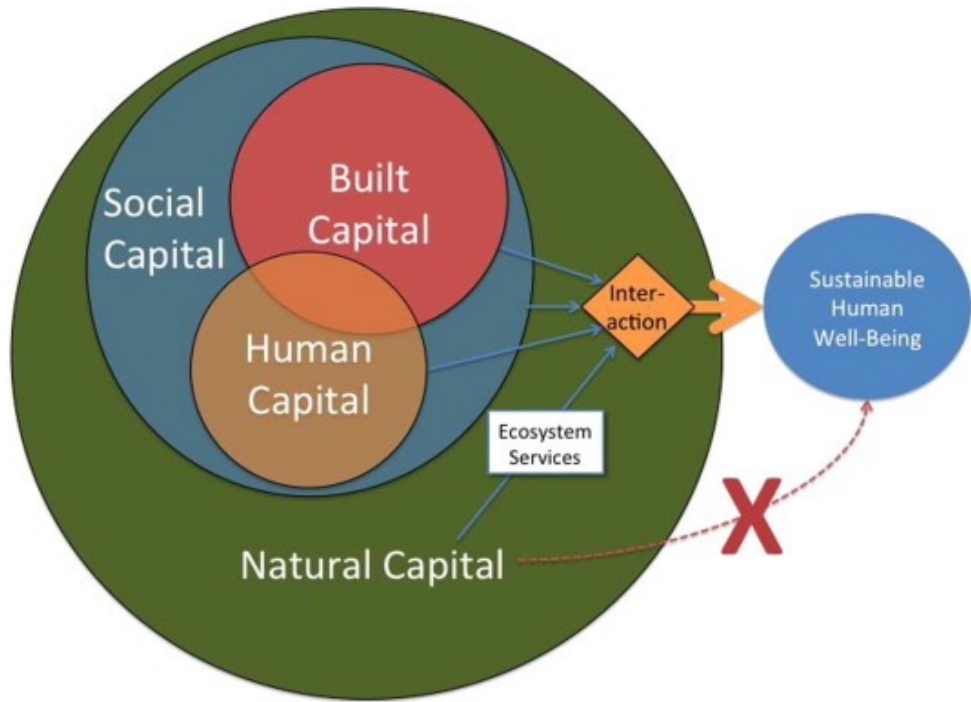
Anthony Lehmann, Igor Chernov, Alexander Folz, Cécilia Barouillet, Grégory Giuliani

Nexus: Le développement durable et le lien eau-énergie et alimentation

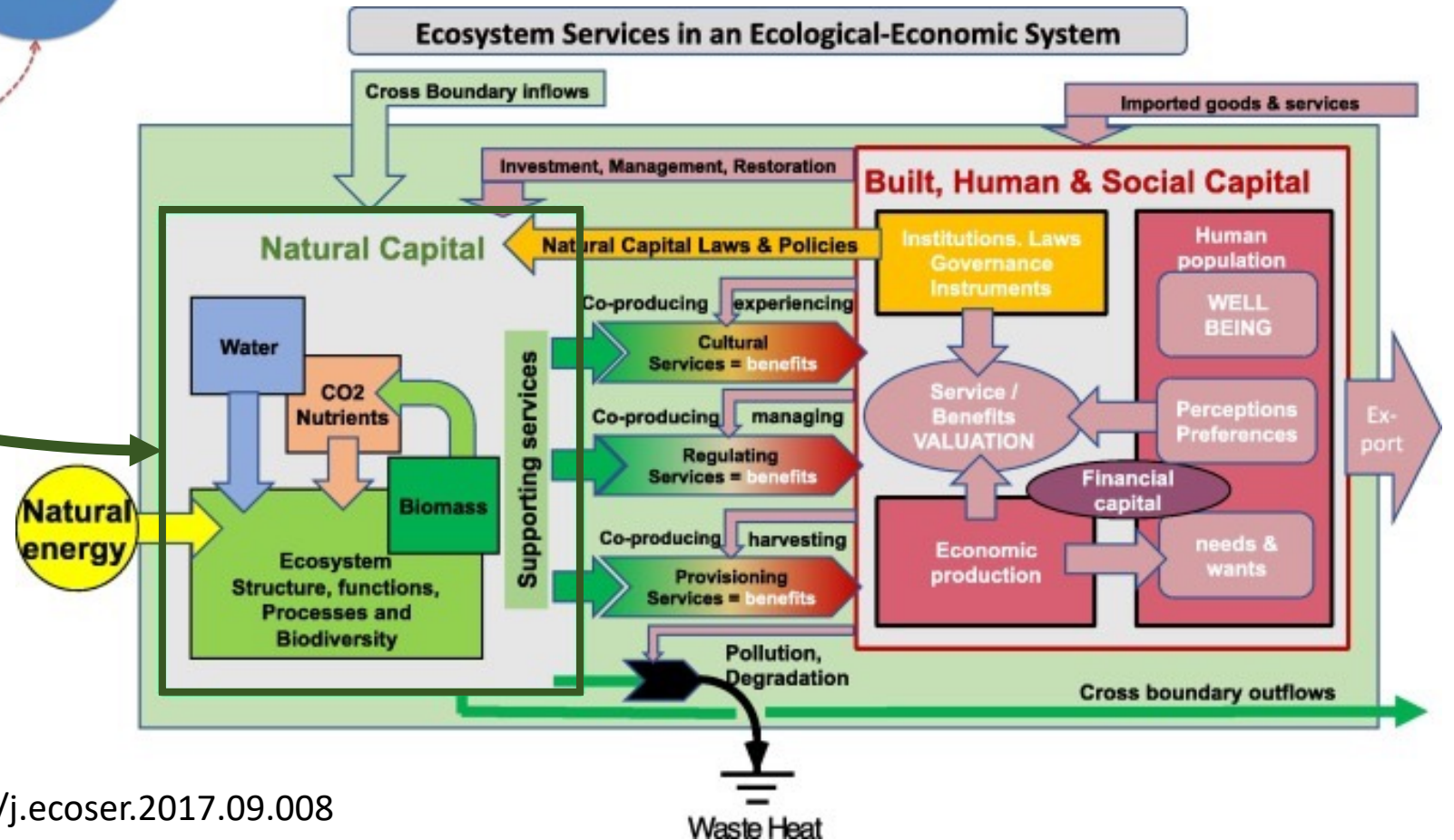


Il s'agit de parvenir à un équilibre durable entre l'approvisionnement naturel et la demande humaine afin d'assurer la sécurité des moyens de subsistance environnementaux

20 ans de services écosystémiques : synthèse



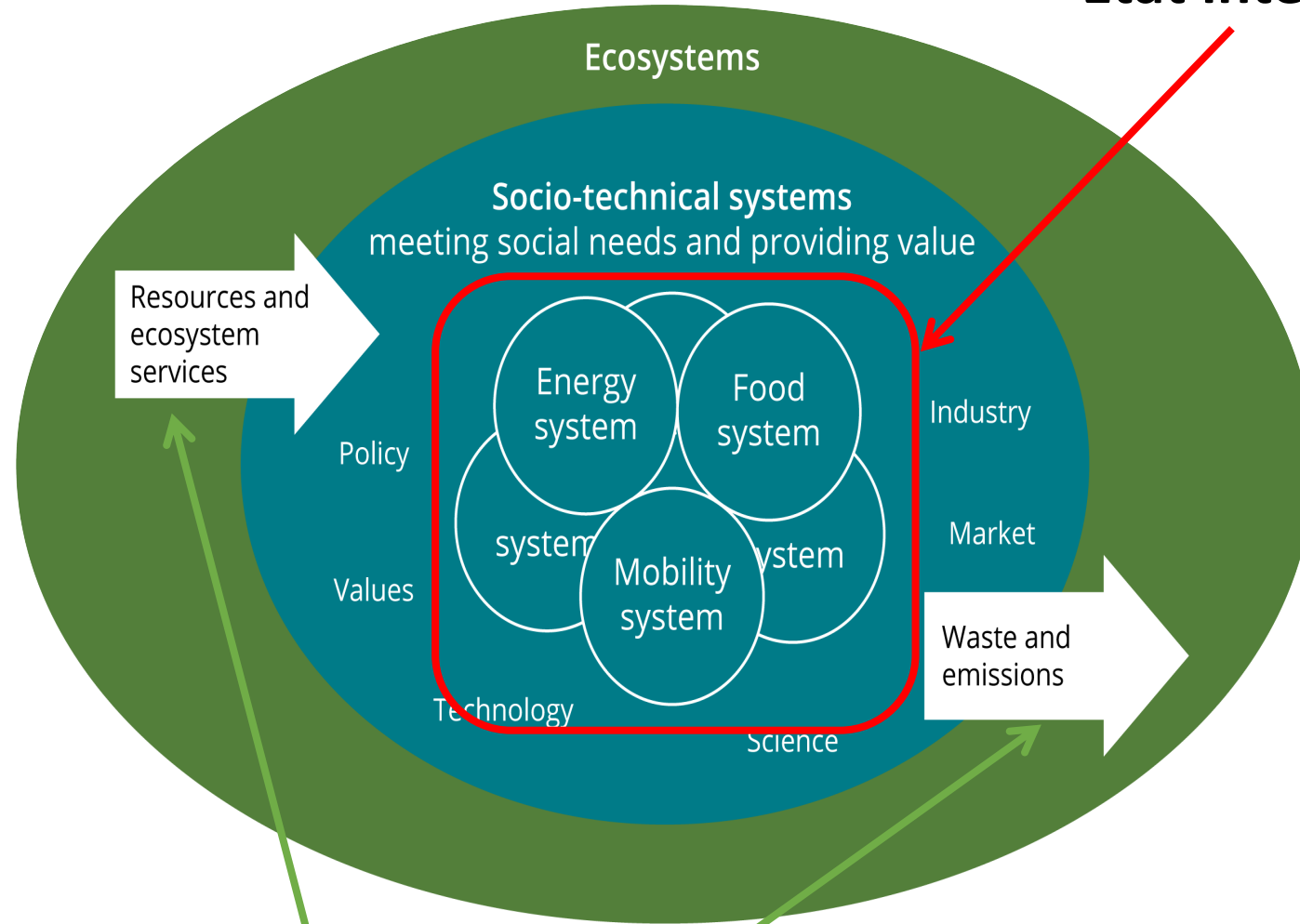
Socle du vivant



1. Métabolisme du Canton: Eau et Energie (Master MUSE 2017)

Le récit de l'Agence européenne pour l'environnement

État interne : Viabilité

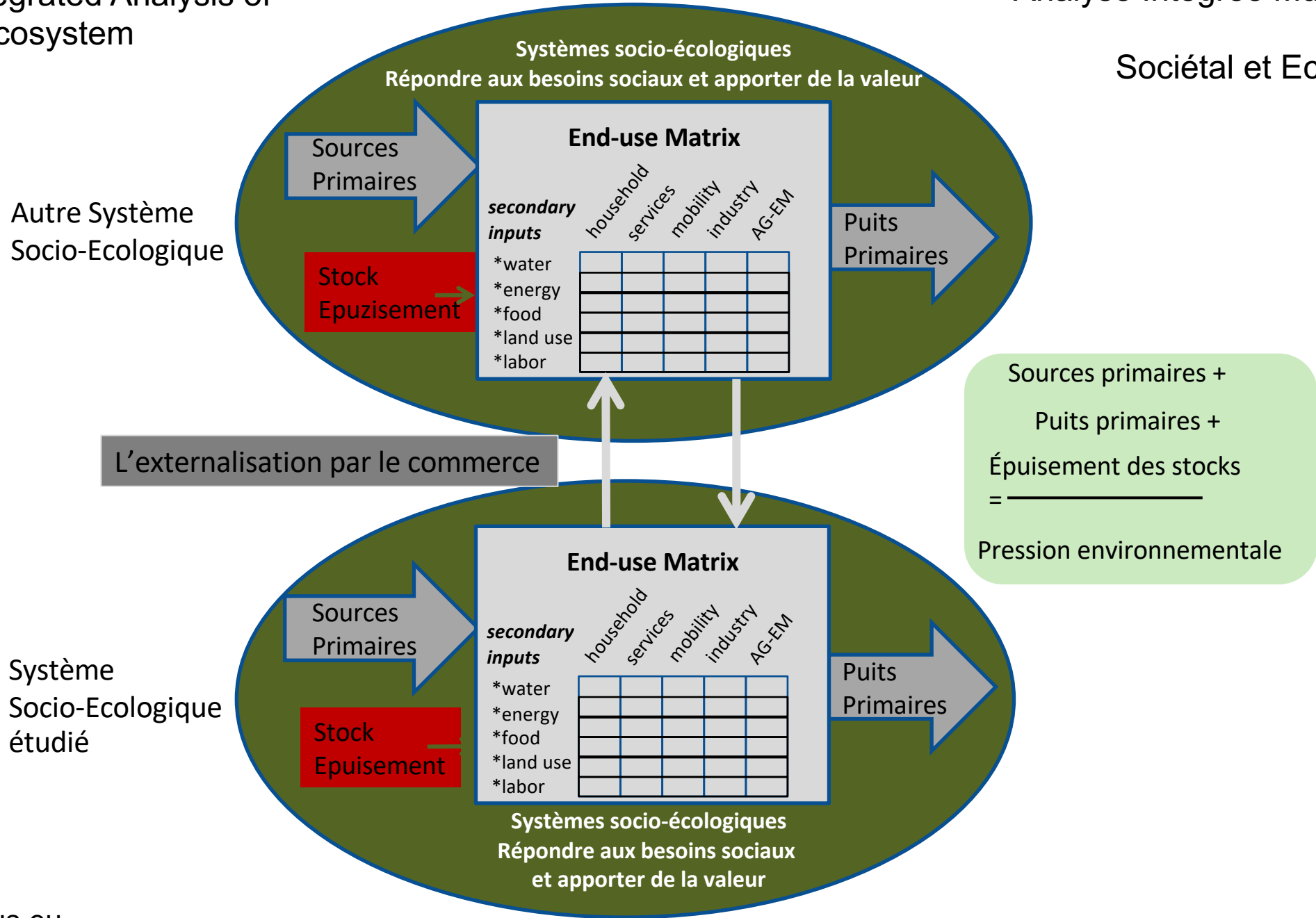


**Pression environnementale :
Faisabilité**

MuSIASEM

Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism

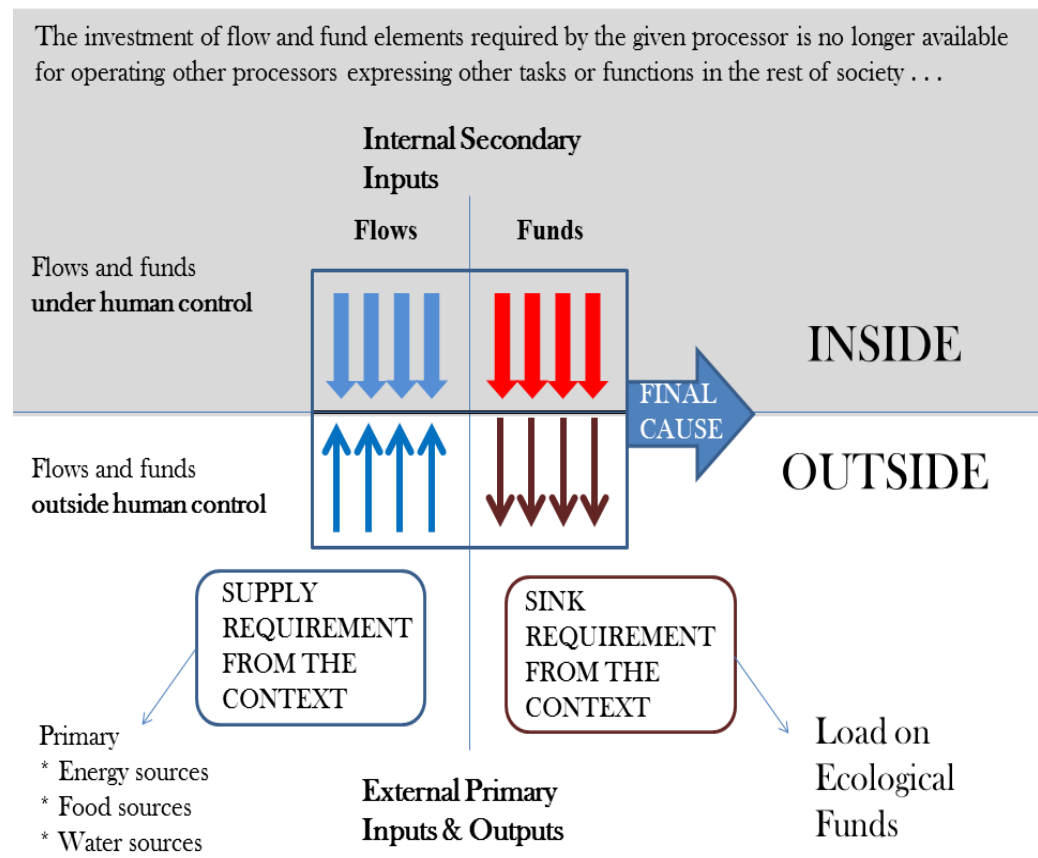
Analyse Intégrée Multi-échelle du Métabolisme Sociétal et Ecosystémique



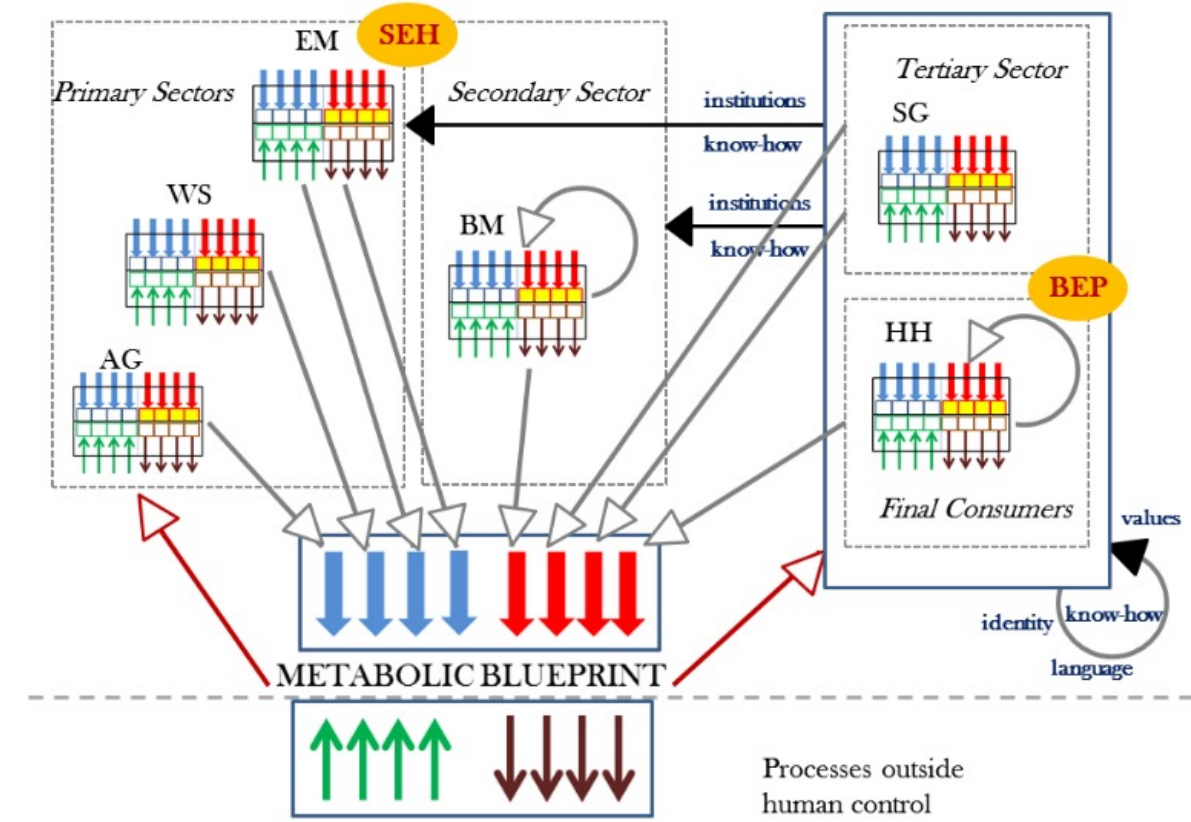
MuSIASEM

Processeurs et Grammaire pour décrire le système socio-écologique analysé

Processeur



Grammaire



MuSIASEM

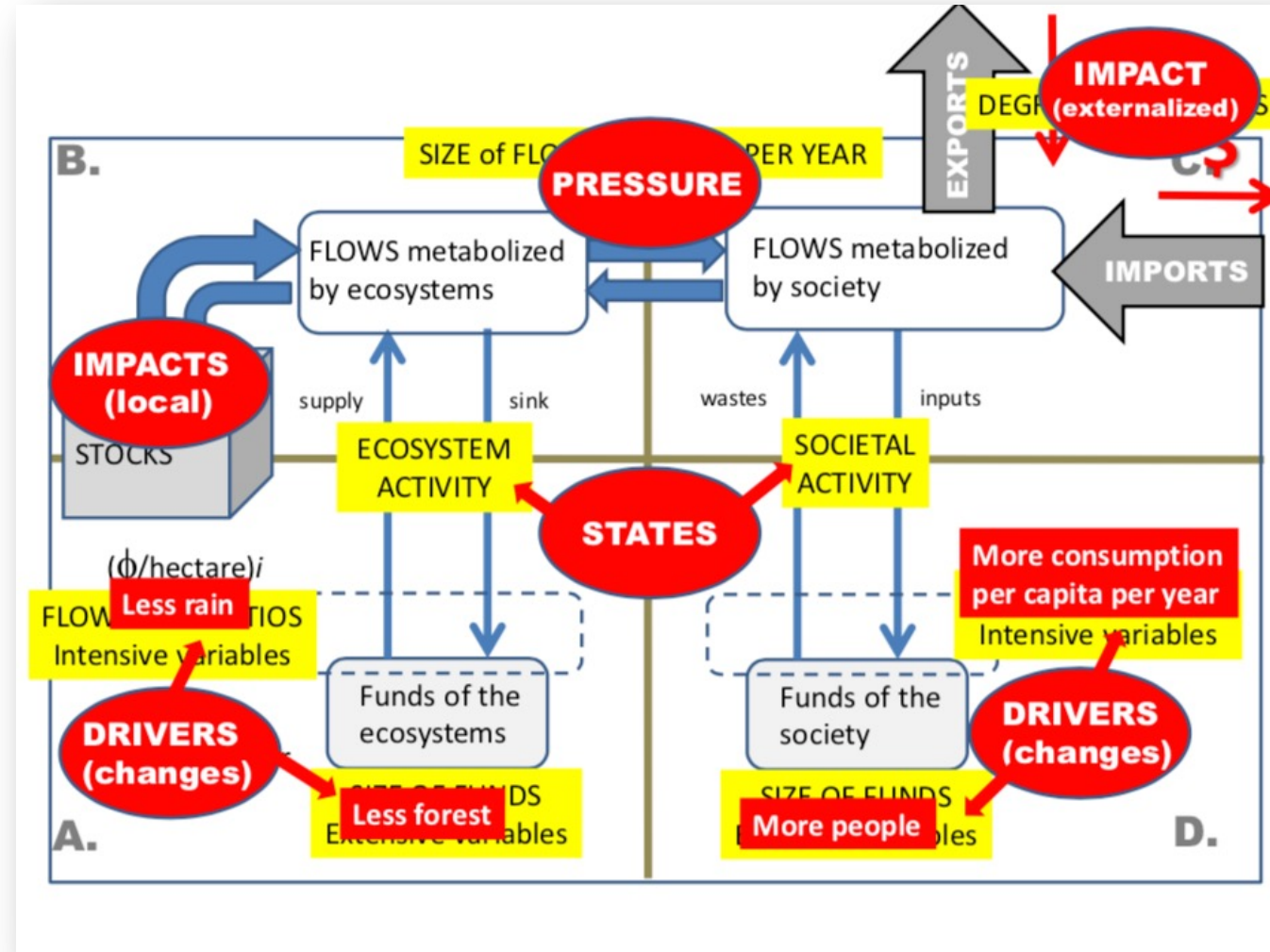
Diagnostic : End Use Matrix

- **Intensif = Extensif / HA (Human Activity)**
- Majorité des HA dans le privé
- Consommation extensive en majorité partagée entre résidentiel et tertiaire
- Consommation intensive largement dominée par les secteurs économiques

HA	Intensif					EJP	Extensif				
	EMR				Eau		ET			PIB	
	Electricité	Gaz	Pétrole	Eau			Electricité	Gaz	Pétrole		Eau
Mh	kWh/h	MJ/h	MJ/h	L/h	CHF/h	GWh	TJ	TJ	dam ³	MioCHF	
Genève	4 680	0,5	2,7	6,4	11	9,3	2 412	12 691	30 088	49 697	43 303
Privé	4 060	0,2	2,3	2,3	8	0,0	697	9 507	9 208	32 531	0
Résidentiel	3 448	0,2	2,8	1,4	9	0,0	676	9 496	4 779	32 529	0
Mobilité	210	0,1	0,1	21,1	0	0,0	21	11	4 427	0	0
Utilisation de services	169	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Activités extérieures	89	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
Travail rémunéré	620	2,8	5,1	33,7	28	69,9	1 715	3 184	20 880	17 167	43 303
Primaire	18	0,5	11,8	4,1	110	7,1	8	207	72	1 933	125
Secondaire	85	4,6	23,8	2,4	26	87,2	389	2 019	201	2 238	7 391
Aéroport	3	1,2	0,0	6 229	72	557	3	0	17 442	202	1 561
Tertiaire	514	2,6	1,9	6,2	25	66,5	1 314	958	3 165	12 794	34 226

MuSIASEM

Les indicateurs DPSIR peuvent être extraits d'une analyse MuSIASEM en restant reliés entre eux

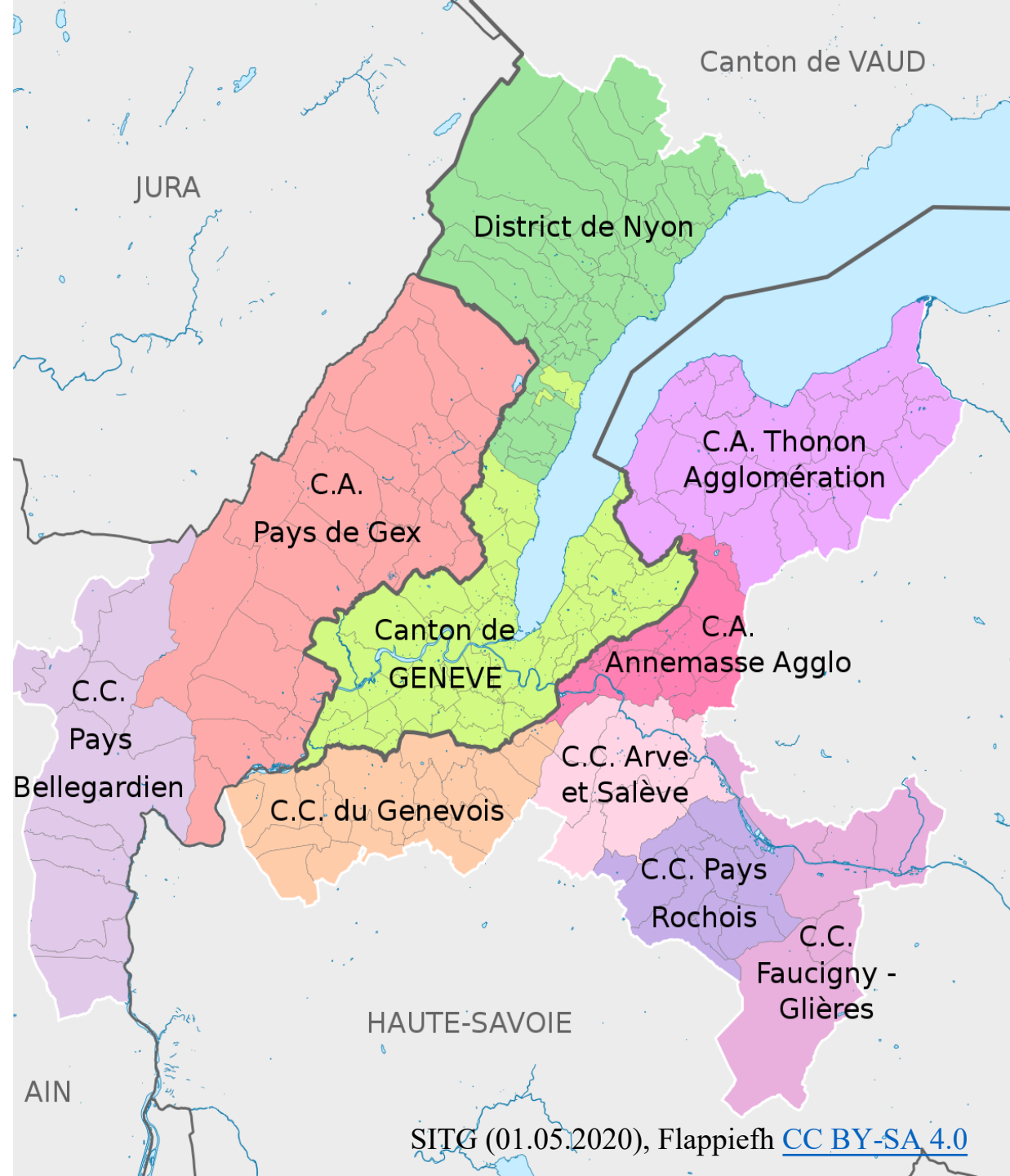


2. Métabolisme du Grand Genève:
Système alimentaire
(PhD en cours)

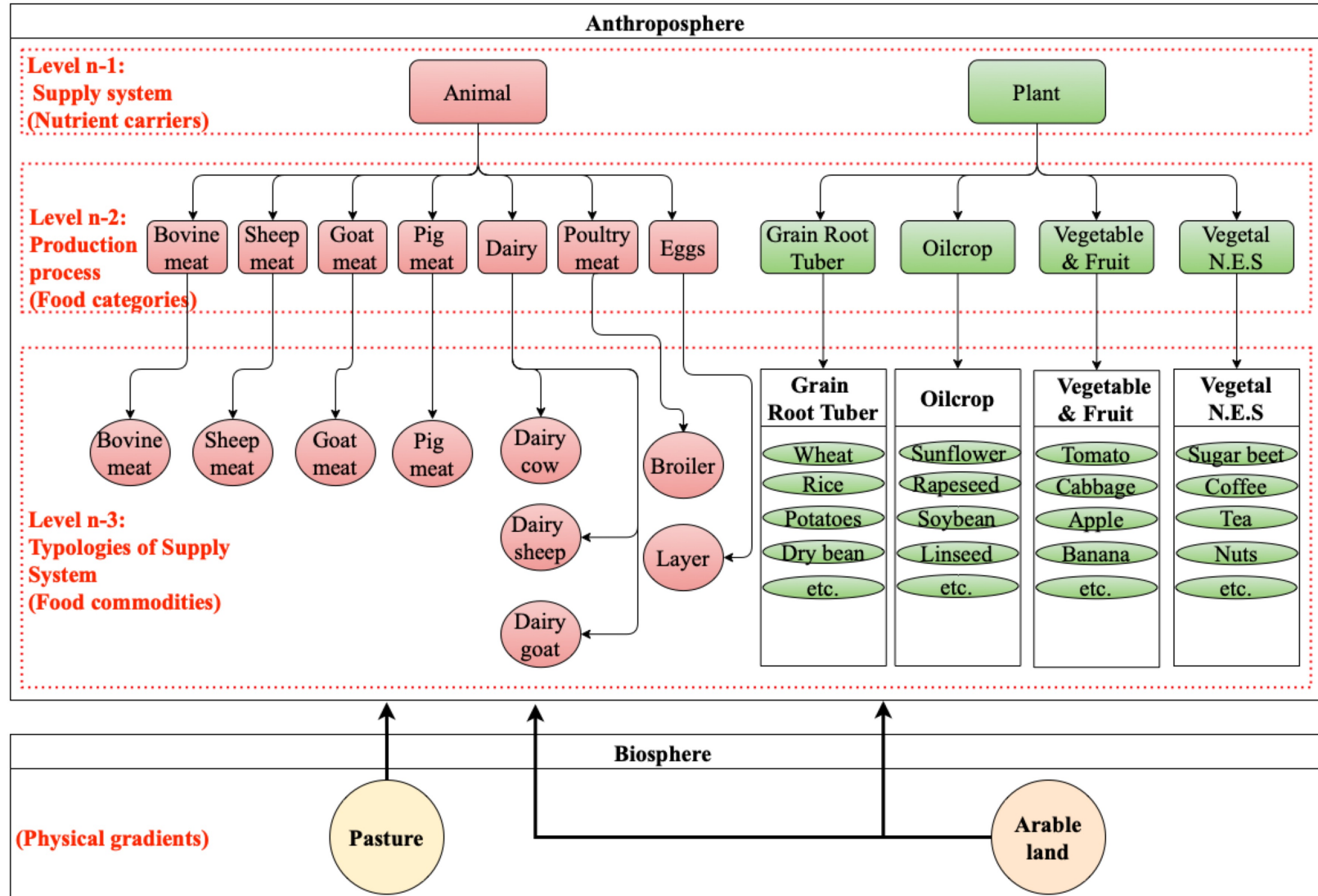
Caractériser la sécurité des systèmes alimentaires d'une région choisie : le cas de l'agglomération genevoise

Alexander Folz

Phd student, UNIGE and Liphe4

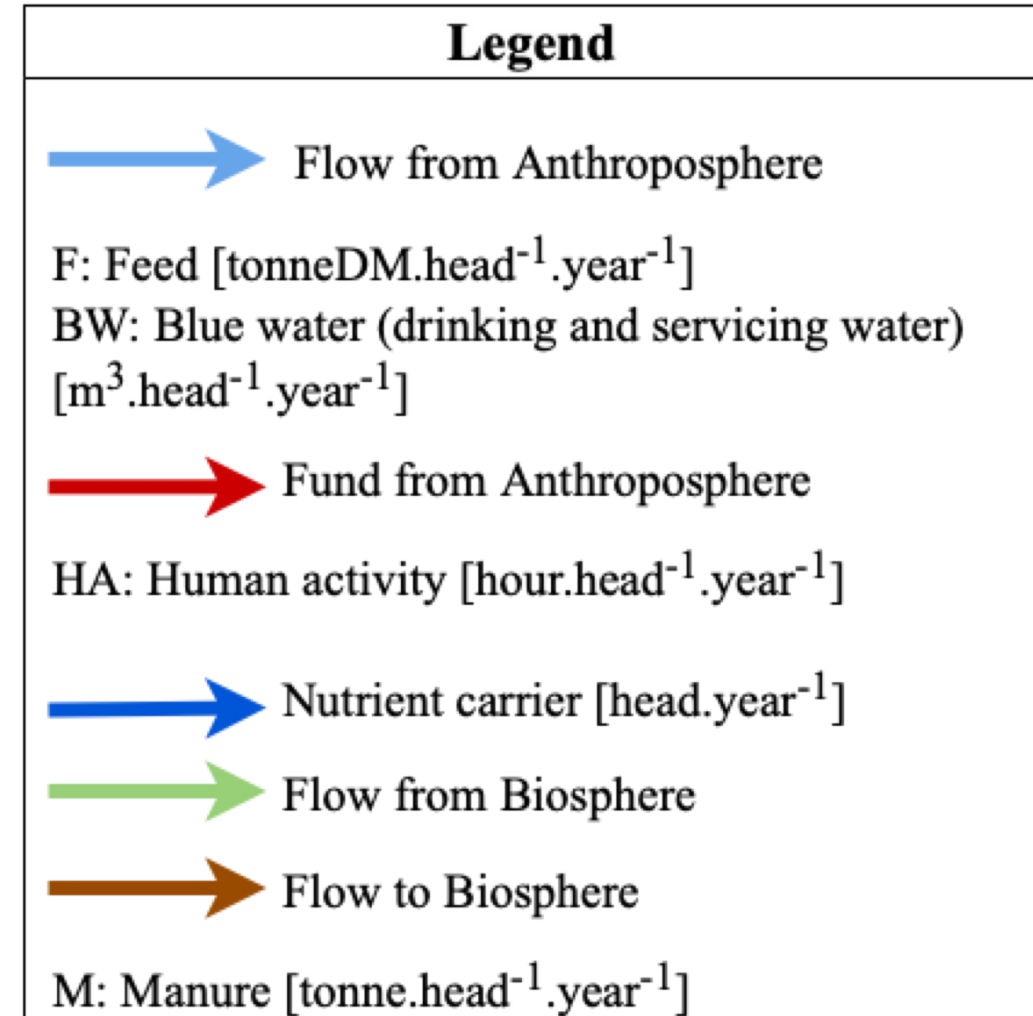
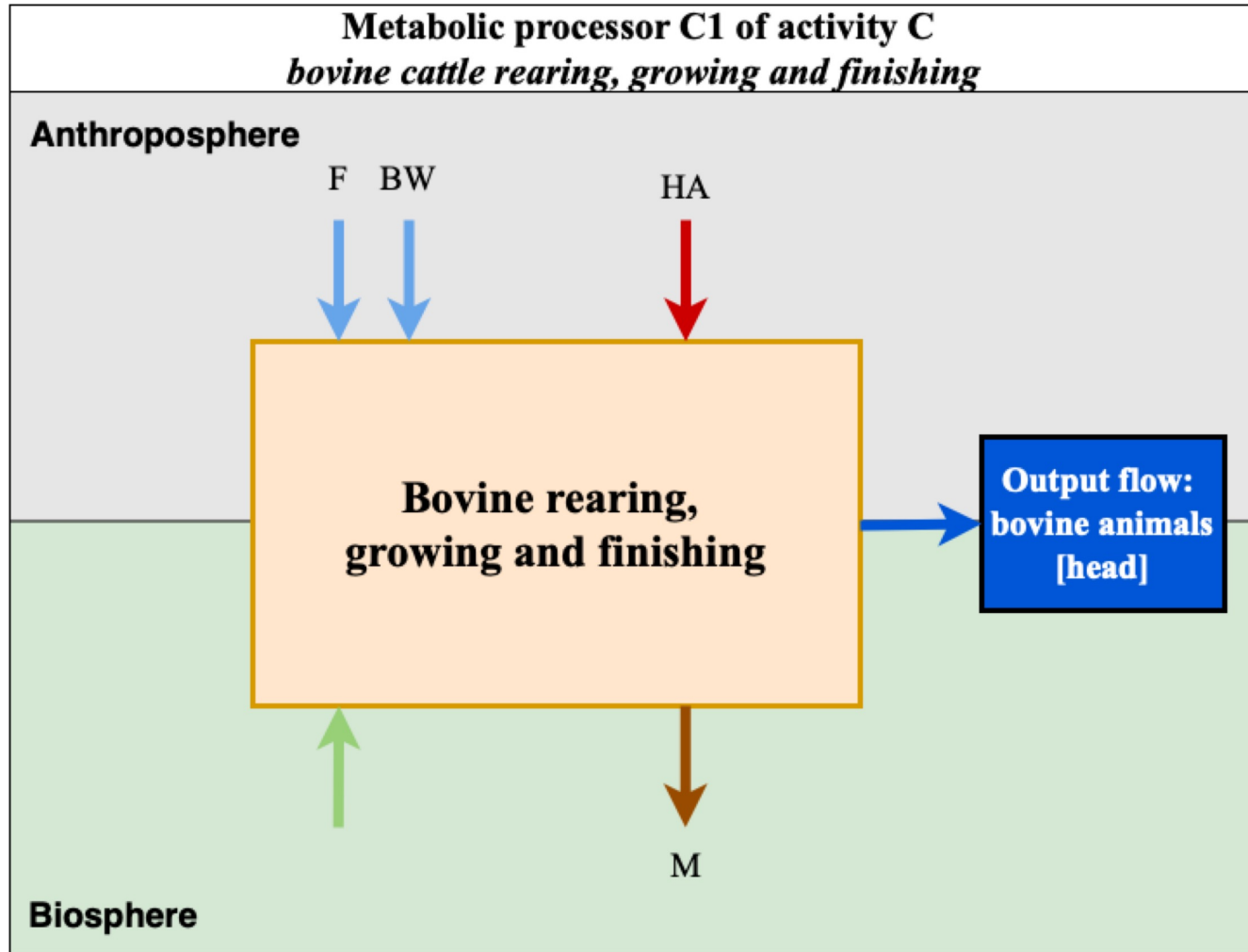


Définir les niveaux hiérarchiques du système alimentaire

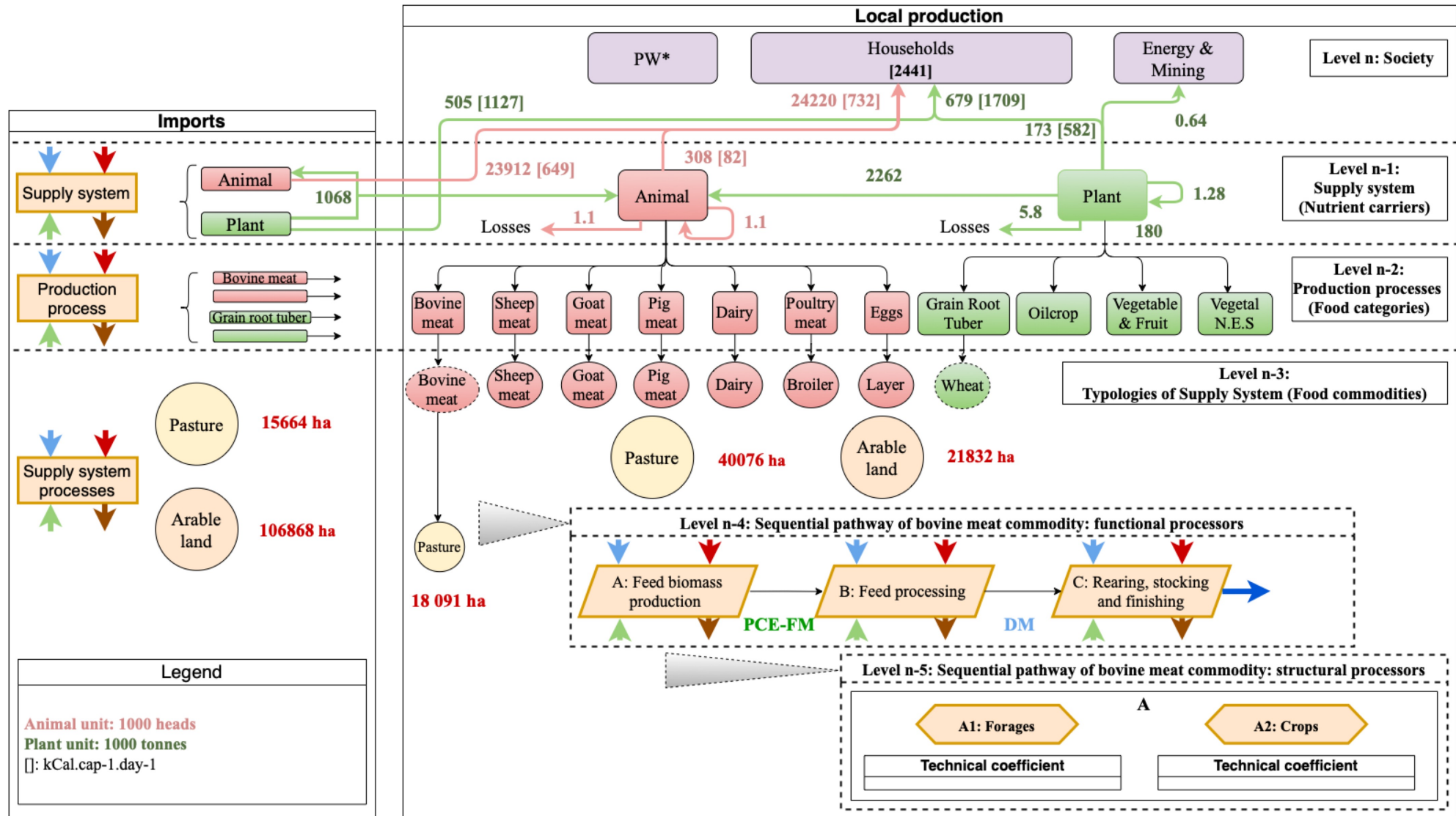


Metabolic processor:

Établir un lien entre les utilisations finales et la pression environnementale



Mise à l'échelle : prise en compte des utilisations finales et des pressions totales, locales et externalisées



Matrice d'utilisation finale – **actuelle**

Consumption

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	24220	0	679	7	0	8182	16606	0	2	0	0	0	0
AG	38	3114	221	77	234	62	181951	874	77	12257	7055	12066	1034
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	76	12	1285	9	22498	103	15	1139	477	748	12
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	39	22	24	3	61220	724	15190	8	2	163	105	158	15
Soc	24296	3136	1000	100	72495	9104	329597	985	96	13559	7637	12972	1061

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	308	0	173	7	0	8182	16606	0	2	0	0	0	0
AG	1	2262	1	4	234	7	72646	202	11	2657	1078	1557	121
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	1	12	1285	8	189	1	0	10	4	6	0
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	1	0	6	3	61220	723	13673	2	1	43	22	33	4
Soc	310	2262	181	26	72495	9048	196466	205	14	2710	1105	1596	125

Local production

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	23912	0	506	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	37	852	220	73	0	55	109305	672	66	9600	5977	10509	913
FO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	75	0	0	1	22309	102	15	1129	473	742	12
BM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	38	22	18	0	0	1	1517	6	1	120	83	125	11
Soc	23986	874	819	74	0	56	133131	780	82	10849	6532	11376	936

Import

L'internalisation de la consommation alimentaire actuelle

est-elle compatible ... avec une extension de la stratégie biodiversité 2030 du Canton de Genève au Grand Genève ?

Consumption

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	24220	0	679	7	0	8182	16606	0	2	0	0	0	0
AG	38	3114	221	77	234	62	181951	874	77	12257	7055	12066	1034
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	76	12	1285	9	22498	103	15	1139	477	748	12
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	39	22	24	3	61220	724	15190	8	2	163	105	158	15
Soc	24296	3136	1000	100	72495	9104	329597	985	96	13559	7637	12972	1061

92.6% of GG's land surface needed to be self-sufficient ... not feasible !

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	57	121											
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	1	12	1285	8	189	1	0	10	4	6	0
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	1	0	6	3	61220	723	13673	2	1	43	22	33	4
Soc	310	2262	181	26	72495	9048	196466	205	14	2710	1105	1596	125

Local production

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	23912	0	506	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	37	852	220	73	0	55	109305	672	66	9600	5977	10509	913
FO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	75	0	0	1	22309	102	15	1129	473	742	12
BM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	38	22	18	0	0	1	1517	6	1	120	83	125	11
Soc	23986	874	819	74	0	56	133131	780	82	10849	6532	11376	936

Import

Matrice d'utilisation finale –

respectueuse de l'environnement et conforme à la pyramide alimentaire suisse

Consumption

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	2547	0	652	7	0	8182	16606	0	2	0	0	0	0
AG	29	2235	57	54	234	41	128335	552	78	7641	4833	8054	616
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	76	12	1285	9	22498	103	15	1139	477	748	12
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	29	0	18	3	61220	723	14889	8	2	127	84	121	6
Soc	2605	2235	803	77	72495	9083	275681	664	97	8907	5394	8924	634

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	306	0	173	7	0	8182	16606	0	2	0	0	0	0
AG	1	1618	1	4	234	6	72646	171	11	2657	1078	1557	121
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	1	12	1285	8	189	1	0	10	4	6	0
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	1	0	6	3	61220	723	13673	2	1	43	22	33	4
Soc	308	1618	181	26	72495	9047	196466	173	14	2710	1105	1596	125

Local production

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	2241	0	479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	28	617	56	50	0	35	55689	381	67	4984	3755	6497	495
FO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	75	0	0	1	22309	102	15	1129	473	742	12
BM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	28	0	12	0	0	0	1216	6	1	84	62	88	2
Soc	2297	617	622	51	0	36	79215	491	83	6197	4289	7328	509

Import

L'internalisation d'une consommation alimentaire plus respectueuse de l'environnement est-elle compatible ...

avec une extension de la stratégie biodiversité 2030 du Canton de Genève au Grand Genève ?

Consumption

End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	2547	0	652	7	0	8182	16606	0	2	0	0	0	0
AG	29	2235	57	54	234	41	128335	552	78	7641	4833	8054	616
FO	0	0	0	0	0	0	89341	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	76	12	1285	9	22498	103	15	1139	477	748	12
BM	0	0	0	0	9757	128	4010	0	0	0	0	0	0
SG	29	0	18	3	61220	723	14389	8	2	127	84	121	6
Soc	2605	2235	803	77	72495	9083	275581	664	97	8907	5394	8924	634

65.3% of GG's land surface needed to be self-sufficient ...
Improvement of option space!
!

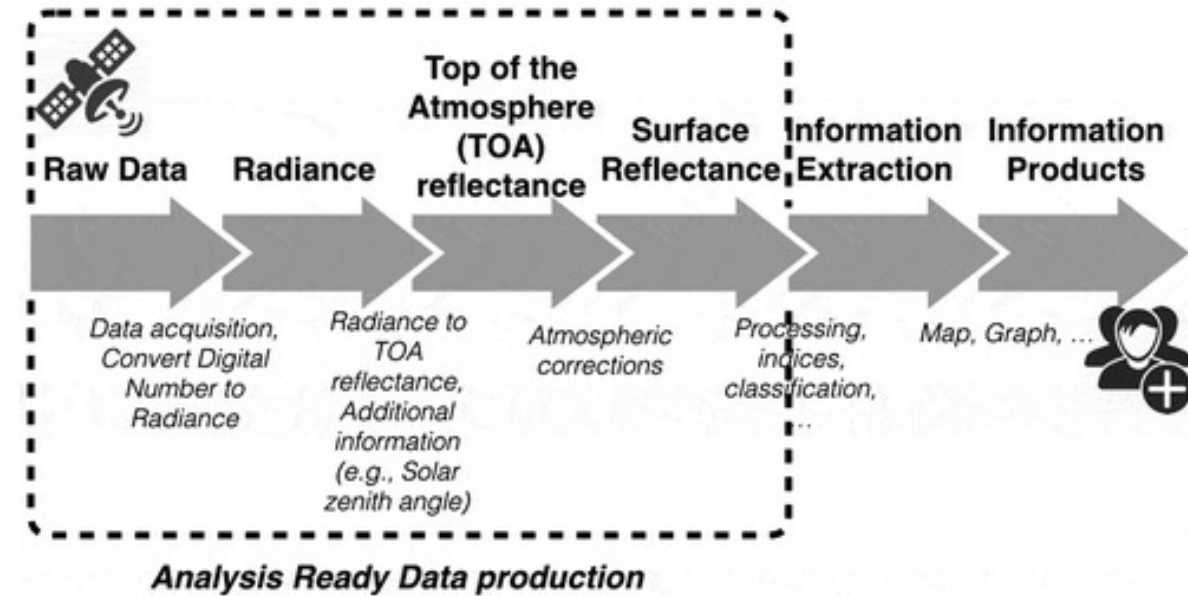
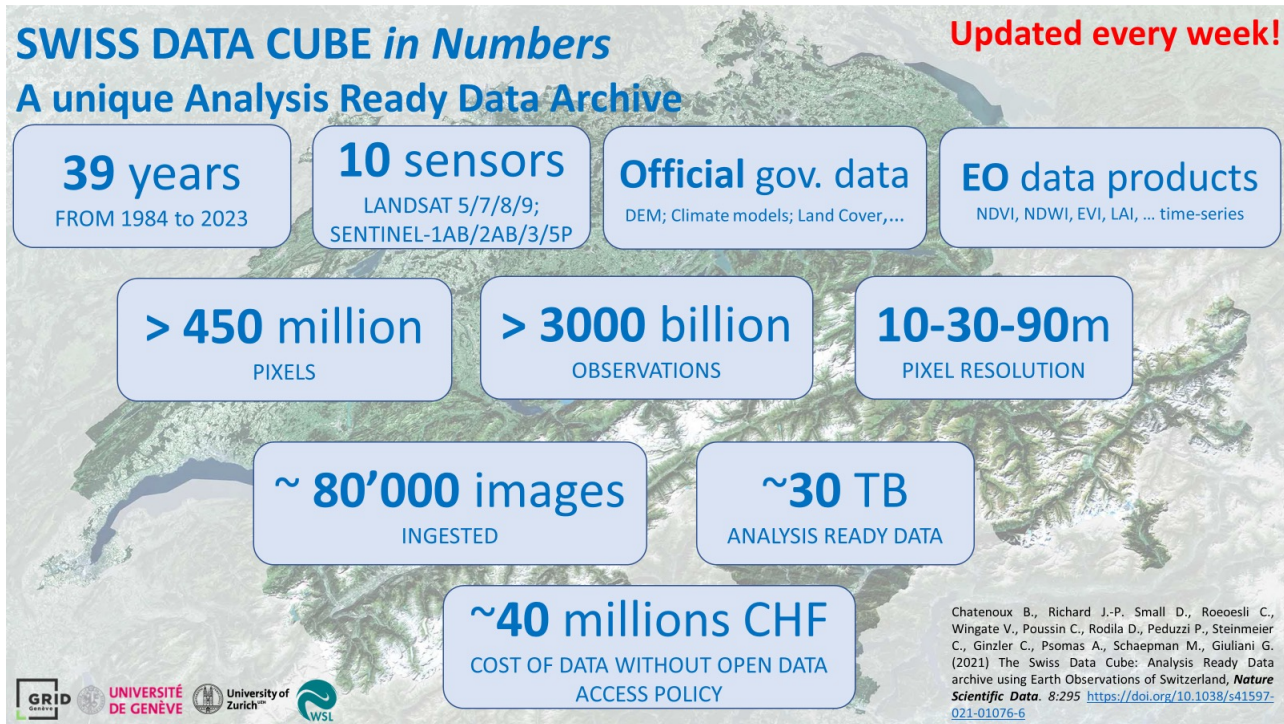
End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	57	121	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	1	0	6	3	61220	723	13673	2	1	43	22	33	4
Soc	308	1618	181	26	72495	9047	196466	173	14	2710	1105	1596	125

Local production

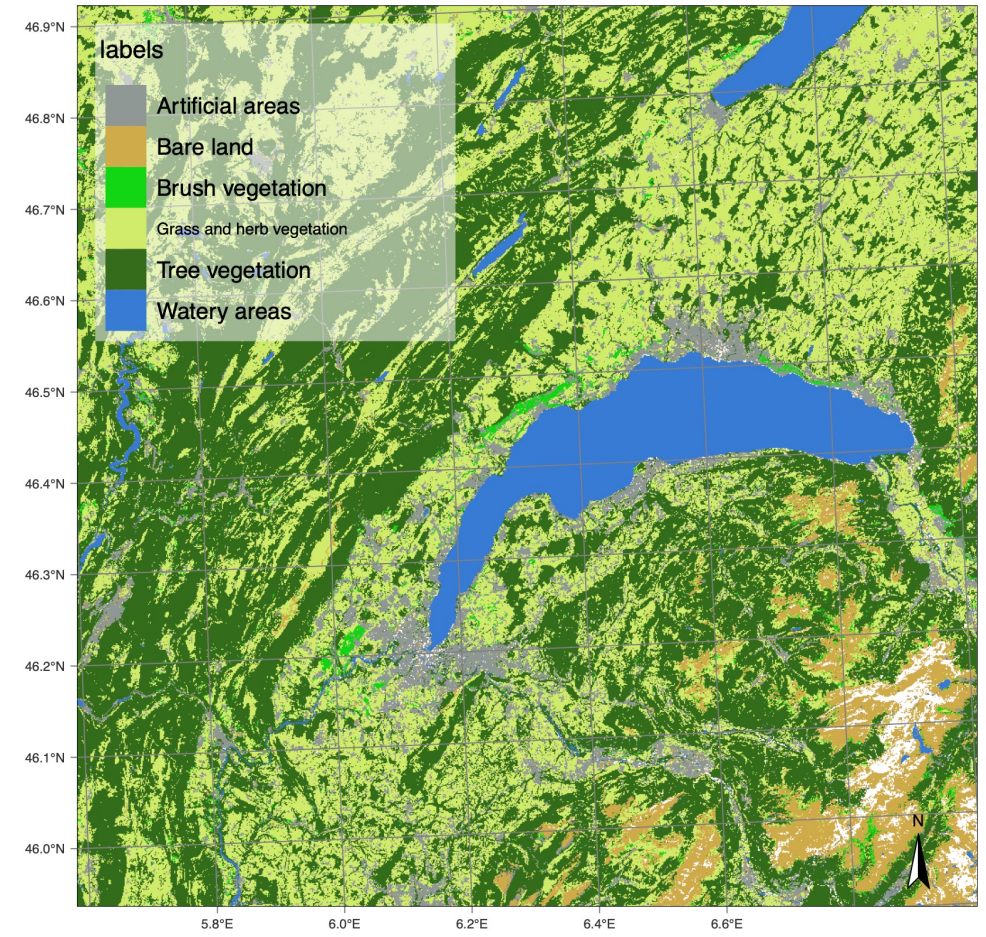
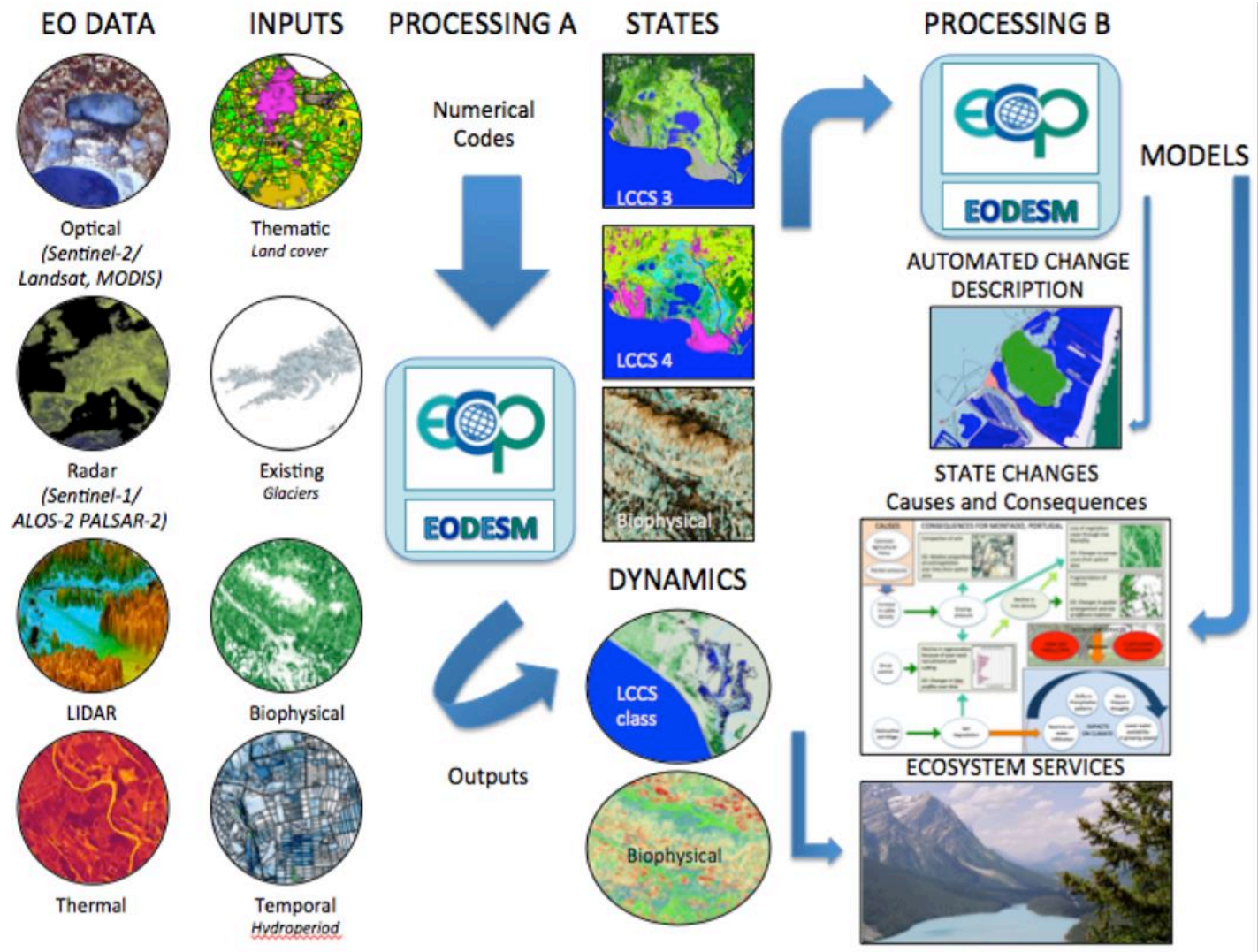
End use	ANI	F	PL	BW	VA	HA	L	GW	GRW	N	P2O5	K2O	PEST
HH	2241	0	479	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AG	28	617	56	50	0	35	55689	381	67	4984	3755	6497	495
FO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EM	0	0	75	0	0	1	22309	102	15	1129	473	742	12
BM	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SG	28	0	12	0	0	0	1216	6	1	84	62	88	2
Soc	2297	617	622	51	0	36	79215	491	83	6197	4289	7328	509

Import

3. Utilisation du Sol



Earth Observation Data for Ecosystem Monitoring (EODESM)



Owers C. et al. (2021)
<https://doi.org/10.1080/20964471.2021.1948179>

Lucas et al. 2022.
<https://doi.org/10.1111/gcb.16346>

4. Architecture générale proposée

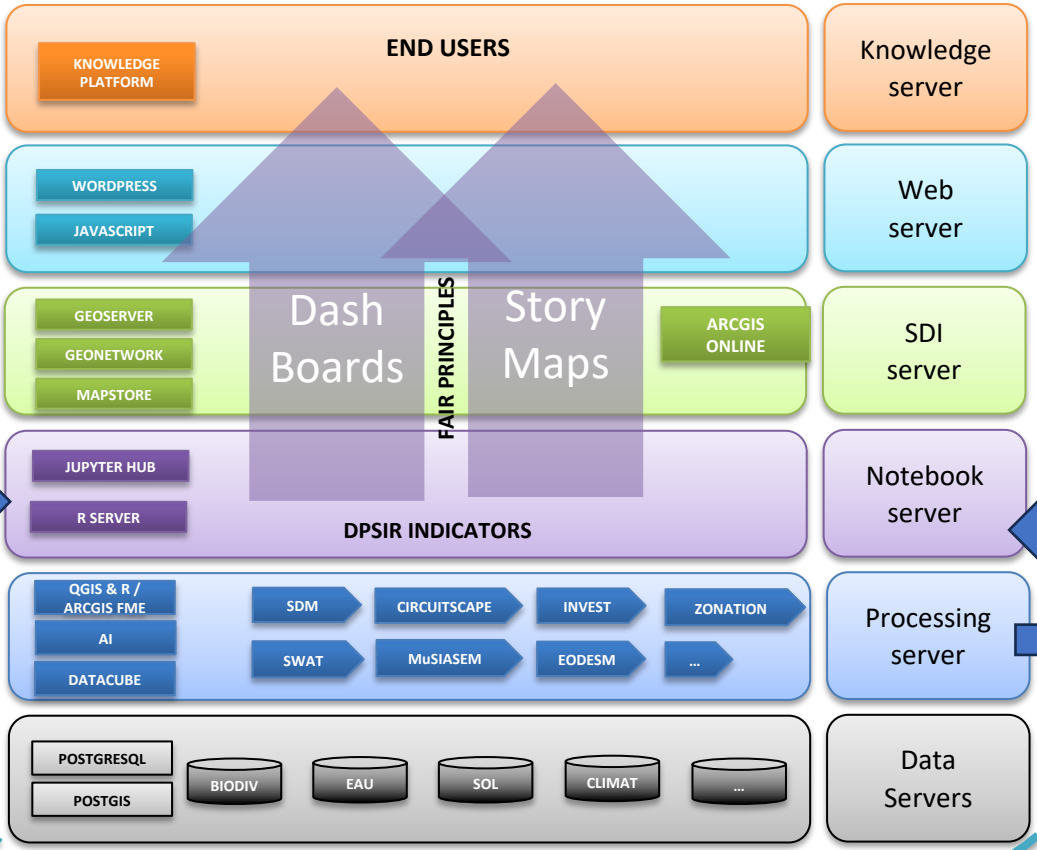
OCAN
Trame verte

OCEAU
Trame bleue

OCEV
Trame brune

SOCLE DU VIVANT

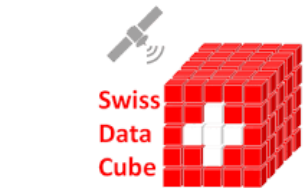
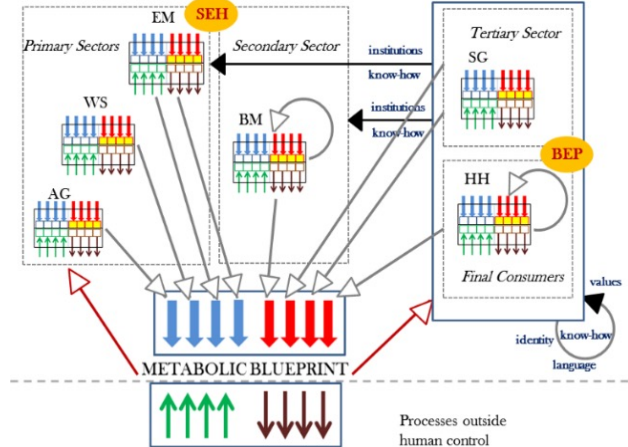
DIGITAL TWINS



EODESM : Earth Observation Data Ecosystem Monitoring System

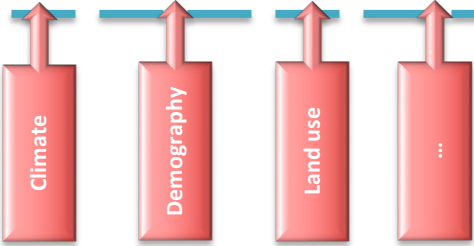


MuSIASEM : Multi-Scale Integrated Analysis of Societal and Ecosystem Metabolism



map.geo.admin.ch

Scenarios







GE-EN-VIE

Genève | Environnement | qualité de Vie

6ème rencontre du réseau
Mardi 23 JANVIER 2024, 15h00-19h00
Musée d'ethnographie de Genève

La gestion des biens communs

MERCI



Références citées

- FASEL, Marc et al. Blue water scarcity in the Black Sea catchment: Identifying key actors in the water-ecosystem-energy-food nexus. In: Environmental science & policy, 2016, vol. 66, p. 140–150. [doi: 10.1016/j.envsci.2016.09.004](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2016.09.004)
- FASEL, Marc, LOIZEAU, Jean-Luc, LEHMANN, Anthony. Modélisation des apports diffus de nutriments (Phosphore) dans le Léman. 2021, [Rapport](#).
- GIAMPIETRO, Mario et al. 2009. Multi-scale integrated analysis of societal and ecosystem metabolism (MuSIASEM): Theoretical concepts and basic rationale, Energy, 34: 313-322. doi.org/10.1016/j.energy.2008.07.020
- GIAMPIETRO, Mario (2022). Characterizing the factor determining the Sustainability of agriculture in Africa. Relational analysis: towards working with complexity rather than against complexity [personal communication].
- GIULIANI, Gregory et al. Building an Earth Observations Data Cube: lessons learned from the Swiss Data Cube (SDC) on generating Analysis Ready Data (ARD). In: Big Earth Data, 2017, p. 1–18. [doi: 10.1080/20964471.2017.1398903](https://doi.org/10.1080/20964471.2017.1398903)
- LEHMANN, Anthony et al. SWATC21: a project for linking eco-hydrologic processes and services to aquatic biodiversity at river and catchment levels. In: Ecohydrology and Hydrobiology, 2019, vol. 19, n° 2, p. 182–197. [doi: 10.1016/j.ecohyd.2019.01.003](https://doi.org/10.1016/j.ecohyd.2019.01.003)
- LEHMANN, Anthony et al. Reviewing innovative Earth Observation solutions for filling science-policy gaps in hydrology. In: Journal of hydrology, 2014, vol. 518, p. 267–277. [doi: 10.1016/j.jhydrol.2014.05.059](https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2014.05.059)
- LEHMANN, Anthony et al. Infrastructure Ecologique du Grand Genève - [Synthèse](#). 2023
- RAHMAN, Kazi et al. An independent and combined effect analysis of land use and climate change in the upper Rhone River watershed, Switzerland. In: Applied geography, 2015, vol. 63, p. 264–272. [doi: 10.1016/j.apgeog.2015.06.021](https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2015.06.021)
- TIMONER, Pablo et al. Impacts of climate change on aquatic insects in temperate alpine regions: Complementary modeling approaches applied to Swiss rivers. In: Global Change Biology, 2021, vol. 27, n° 15, p. 3565–3581. [doi: 10.1111/gcb.15637](https://doi.org/10.1111/gcb.15637)