

L'essor de la comptabilité physique

Prof. Suren Erkman

Groupe «Ecologie industrielle»

Faculté des géosciences et de l'environnement, UNIL

Président, SOFIES Group

10^e Think Tank, Fondation de prévoyance Patrimonia

Lausanne, 1^{er} septembre 2020

Le cadre: «Ecologie industrielle»

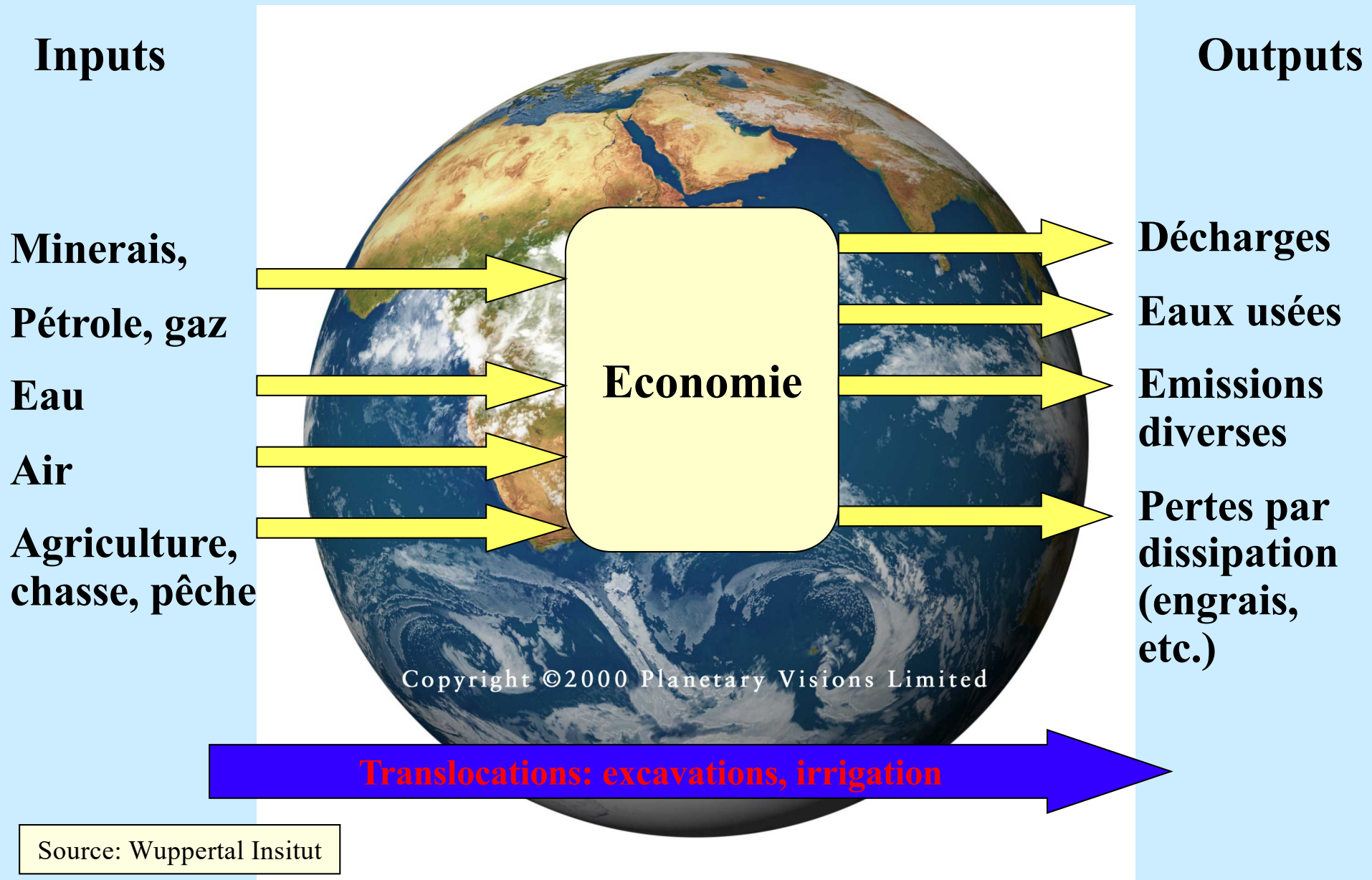
Ecologie = étude scientifique des écosystèmes

**Industriel = ensemble des activités humaines dans
la société technologique moderne**

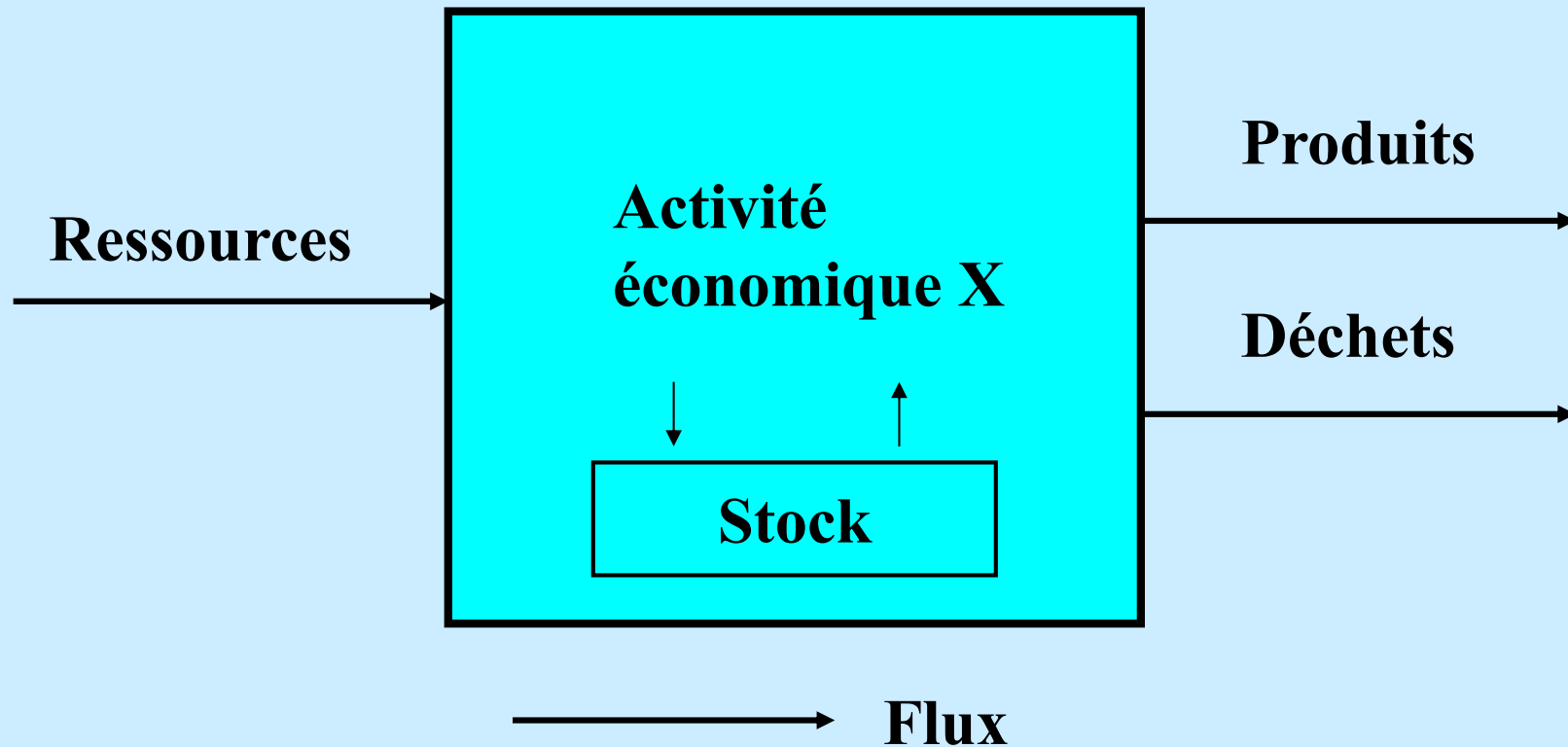
Deux méthodologies principales:

- 1) Métabolisme (Material Flow Analysis, MFA), qui étudie *les flux de matière (et d'énergie)***
- 2) Analyse du cycle de vie (ACV) / Life Cycle Analysis (LCA) qui étudie *les impacts potentiels***

Métabolisme industriel: cadre conceptuel



Métabolisme des ressources matérielles (Material Flow Analysis - MFA)



Principe: conservation de la masse et de l'énergie

Notions de base en MFA

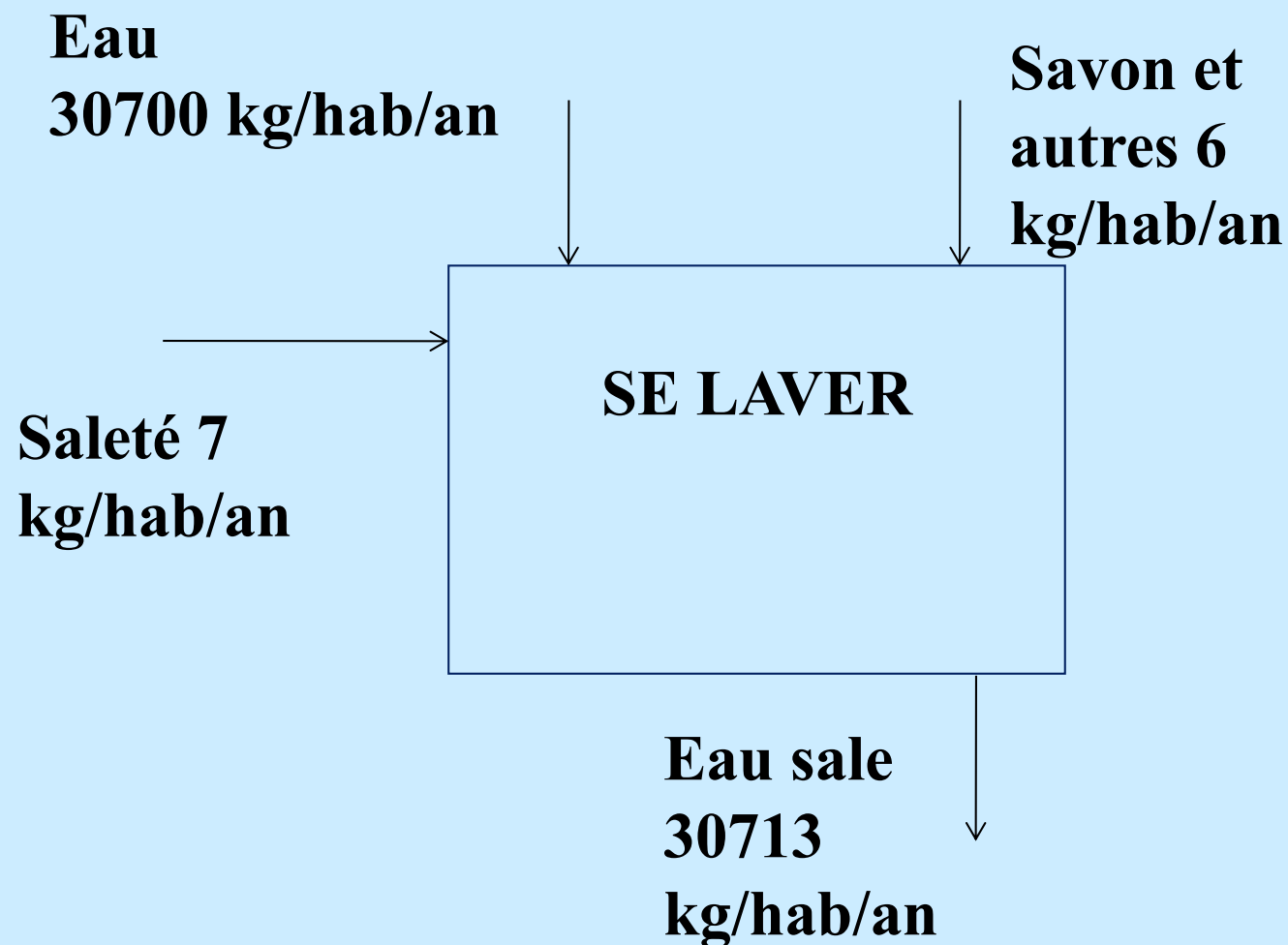
- **Flux:** quantités de matière (ou énergie) par unité de temps.

Flux entrant dans le système: **input**

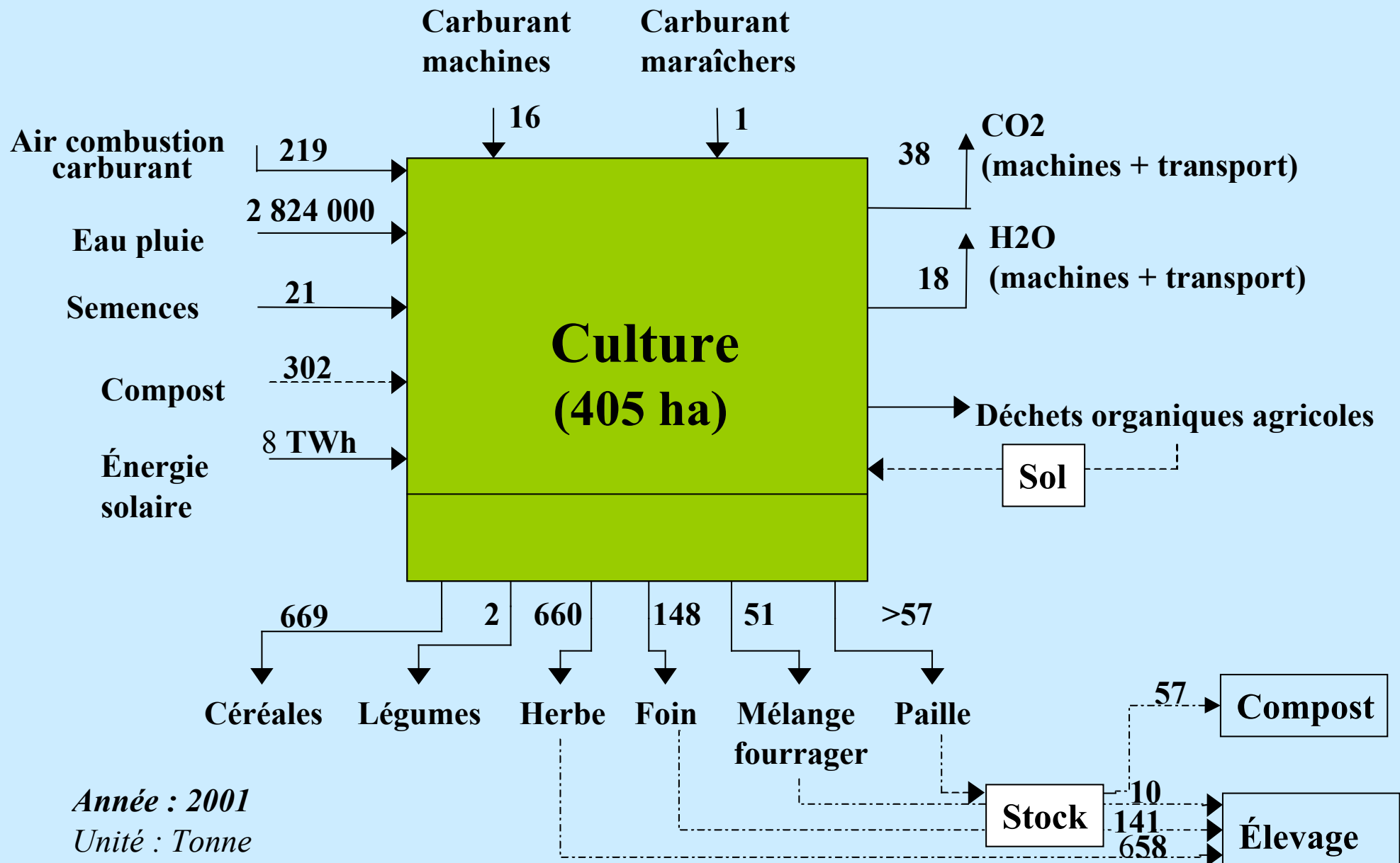
Flux sortant du système: **output**

Stock: réservoir de matière (masse) à l'intérieur du système observé. Unité: kg.

Métabolisme de l'activité «se laver»



Domaine agricole: métabolisme de l'activité «culture»



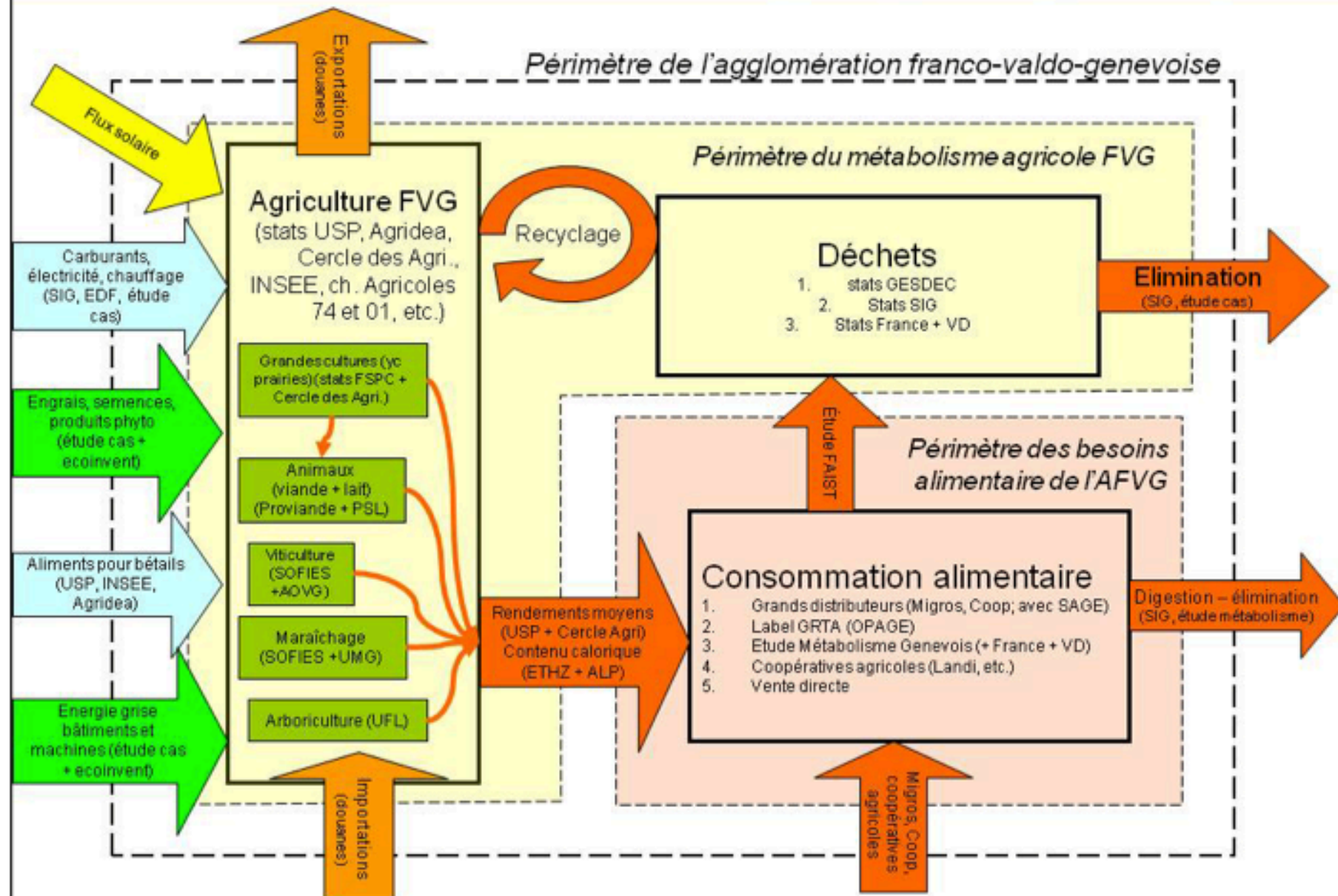
J. Faessler, D. Gallay, B. Lachal, juin 2009:



Métabolisme agricole franco-valdo-genevois

Etat des lieux et synthèse

METABOLISME = ensemble des flux de matière et d'énergie lié à la production agricole de la région FVG



Flux d'eau: Empreinte hydrique pour une tasse de café: ~ 140 litres



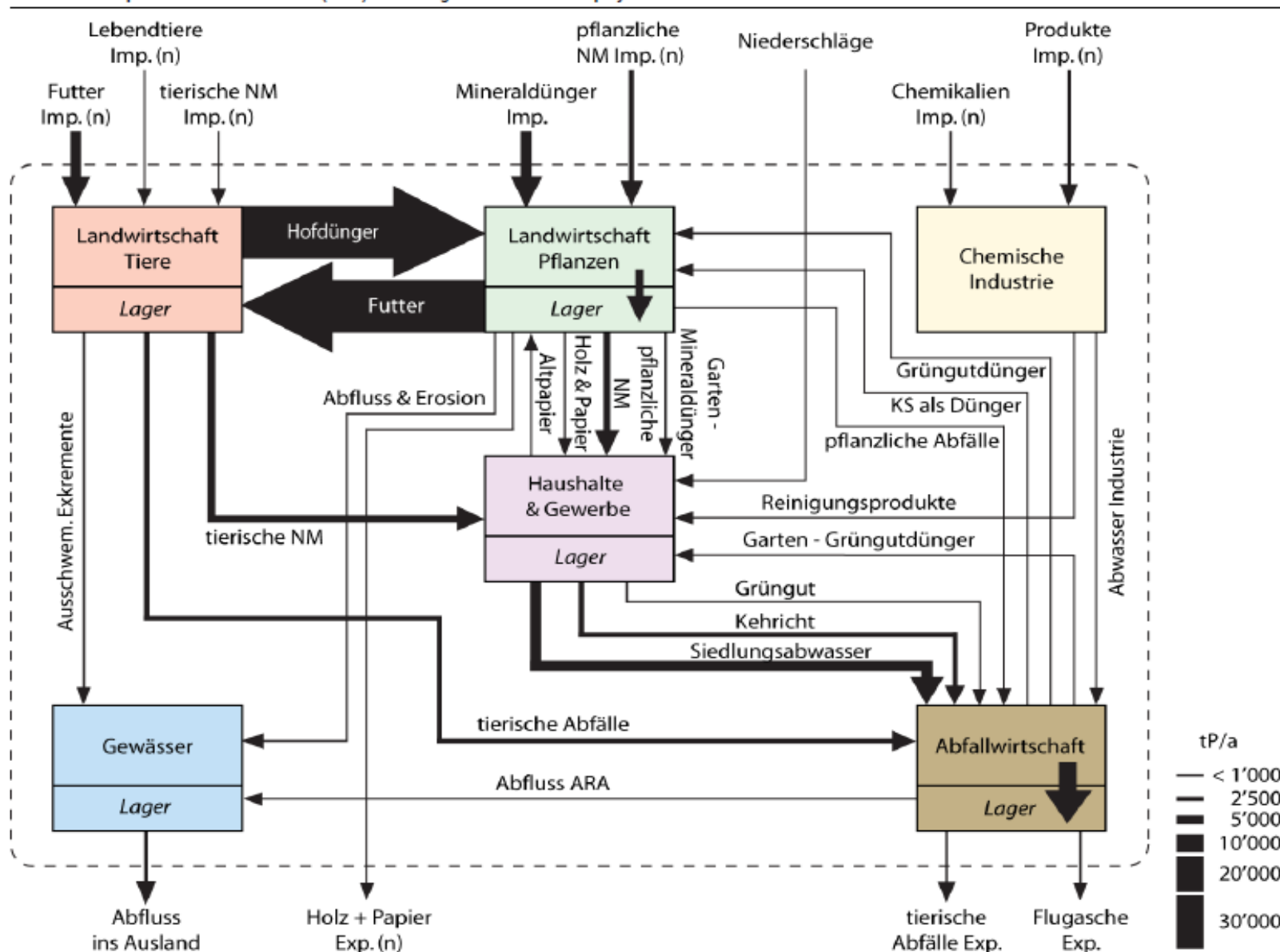
**Env. 21' 000 l./kg
de café torréfié**

**~ 2% de l'eau pour
l'agriculture**

Source: Water Footprint

Métabolisme du phosphore en Suisse

Abb. 3 > Phosphorhaushalt der Schweiz (2006): Modellergebnisse für das Hauptsystem



Durabilité de l' utilisation du phosphore

- **Des solutions possibles :**
 - **Eviter la sur-utilisation d' engrais afin de minimiser les pertes (agriculture biologique, fermes verticales, etc) ?**
 - **Diminuer la consommation de phosphore, p. ex. en modérant la consommation de viande ?**
 - **Et surtout, recycler le phosphore des ... ?**

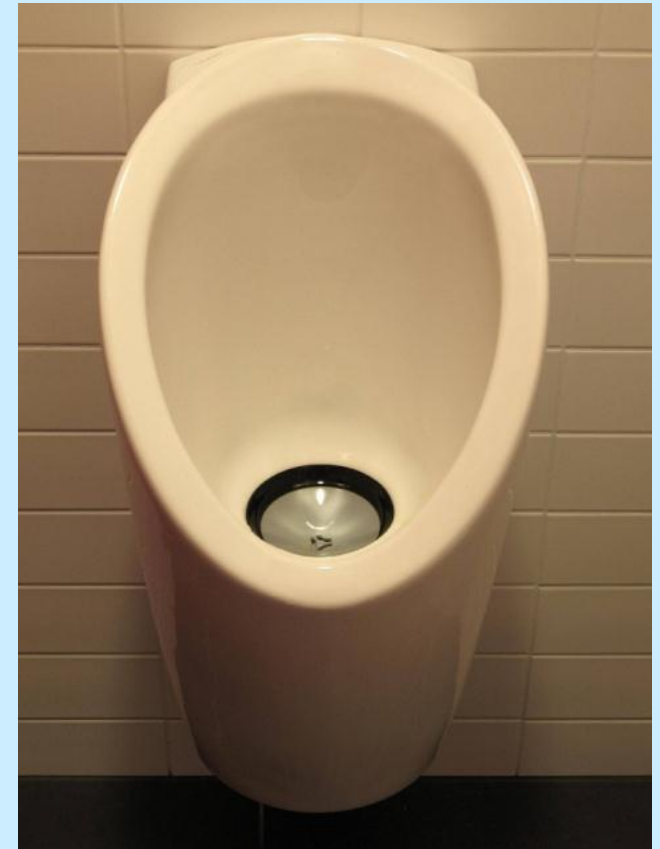
EAWAG: WC «no mix»



Urine collection tank



NoMix toilet



Waterless urinal

AURIN: engrais dérivé de l'urine

www.vuna.ch

Zusammensetzung (Minimalgehalte)

Composition (teneurs minimales / minimum contents) [%]:

4.2	N	Gesamtstickstoff / Azote total / Total Nitrogen
0.4	P ₂ O ₅	Phosphat / Phosphate / Phosphate
1.8	K ₂ O	Kaliumoxid / Oxyde de potassium / Potassium Oxide
1.7	Na	Natrium / Sodium / Sodium
0.8	SO ₃	Schwefeltrioxid / Anhydride sulfurique / Sulphur Trioxide
3.1	Cl	Chlorid / Chlorure / Chloride
0.0015	B	Bor / Bore / Boron
0.0001	Fe	Eisen / Fer / Iron
0.0012	Zn	Zink / Zinc / Zinc
0.1	TOC	Ges. org. Kohlenstoff / Carbone org. tot. / Tot. Org. Carbon

Ausgangsmaterial: Separat gesammelter menschlicher Urin.

Als Blumen-, Rasen- oder Zierpflanzendünger verwenden.

Nur im Freien und in gut belüfteten Räumen verwenden. Nur auf

aufnahmefähige Böden ausbringen. **Anwendung (1 Mal pro Monat):**

Einzelpflanzen: 10 mL Flüssigdünger in 1 L Wasser verdünnen.

Flächen (pro m²): 50 mL Flüssigdünger in 5 L Wasser verdünnen.

Aufbewahrung: Trocken und in verschlossenem Gebinde

aufbewahren. **Entsorgung:** Restmengen der bestimmungsgemässen

Verwendung zuführen. Leere Packungen können mit dem Hauskehricht

entsorgt werden. **Sicherheit:** Ausser Reichweite für Kinder und

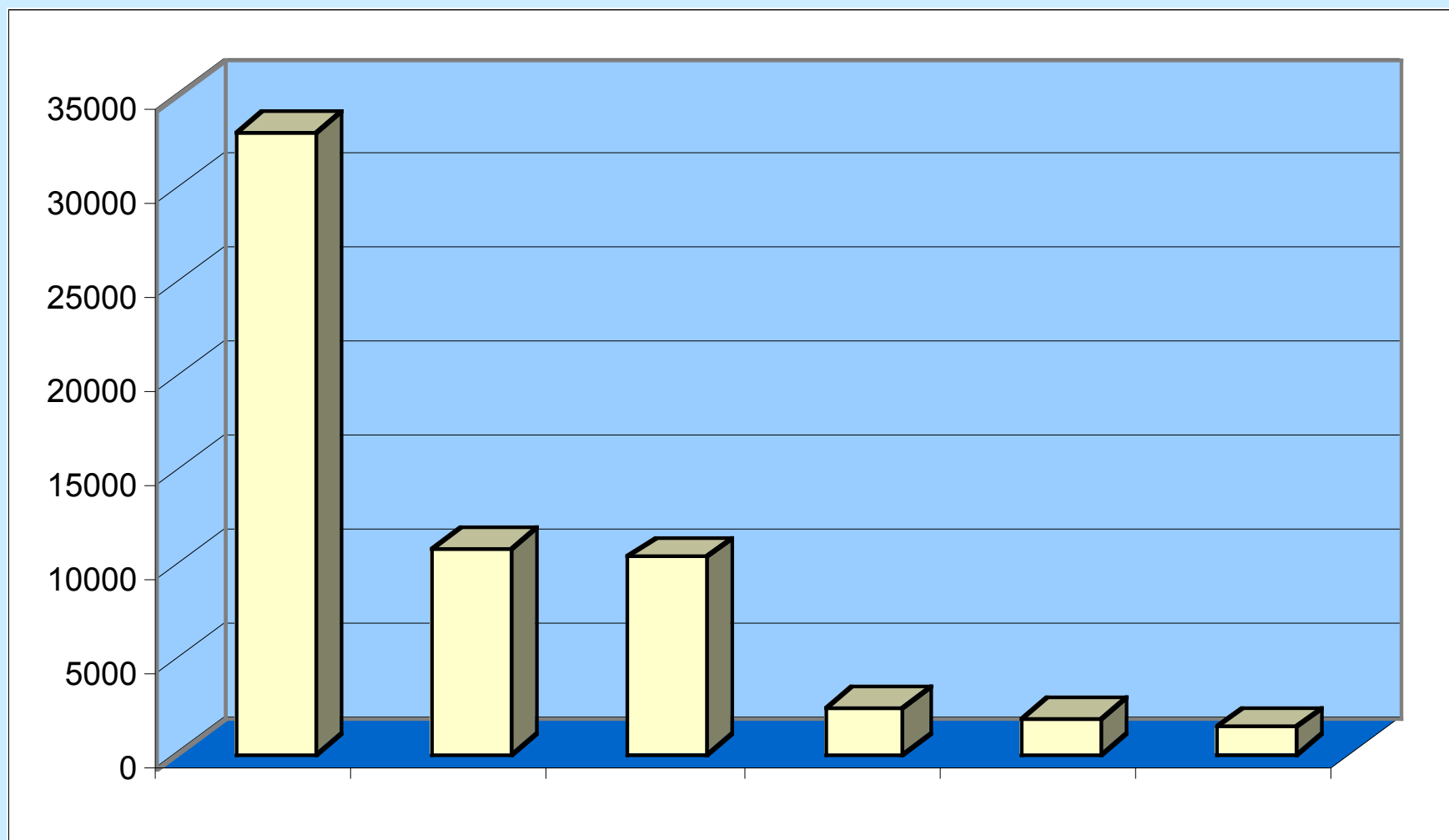
Tiere aufbewahren. Flüssigdünger (konzentriert oder verdünnt)

nicht in freie Gewässer gelangen lassen.



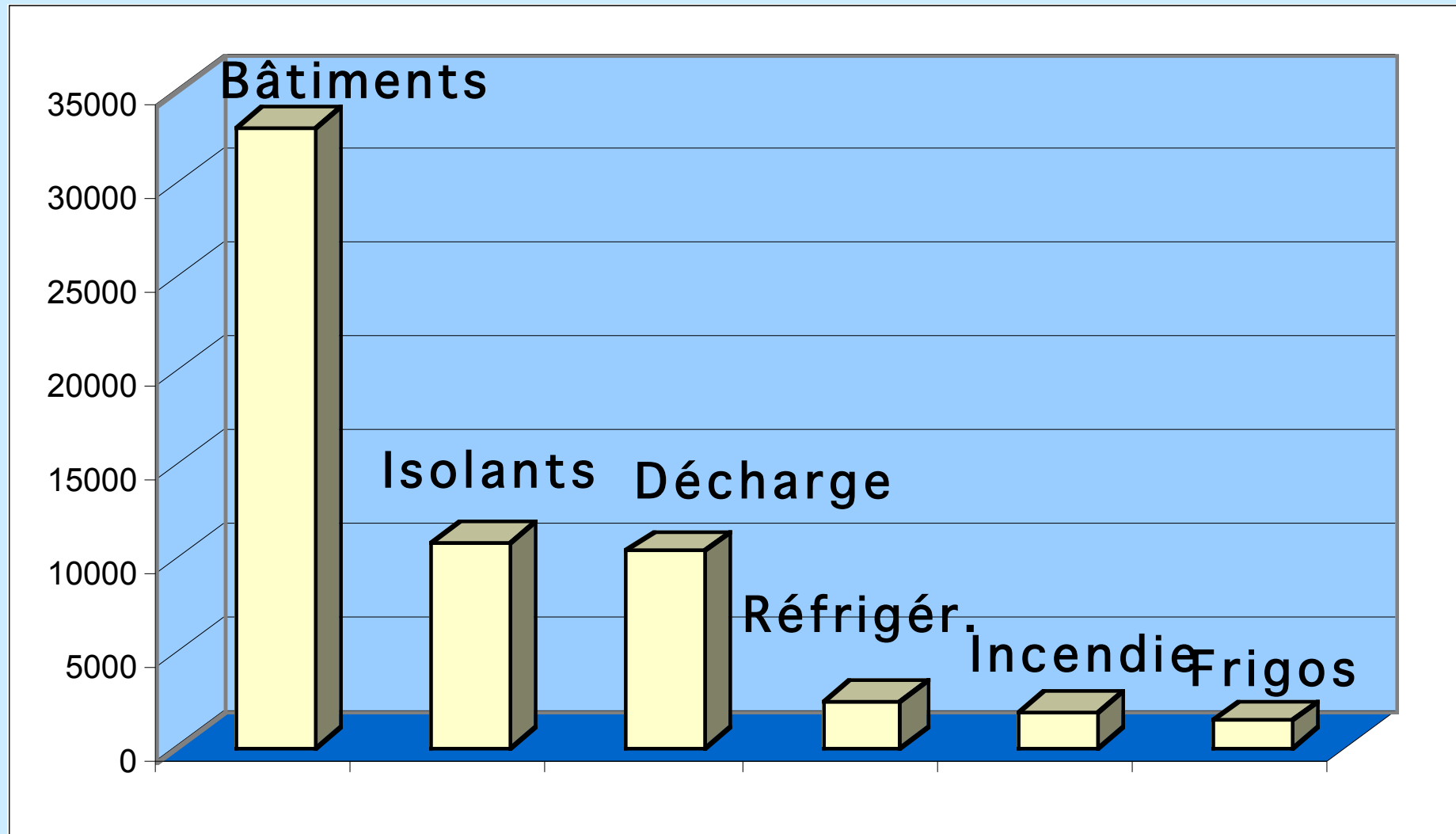
www.vuna.ch

Importance des stocks: CFC en Autriche...?



Incendie / Frigos / Décharges / Bâtiments / Isolants / Réfrigérants

Importance des stocks: CFC en Autriche.

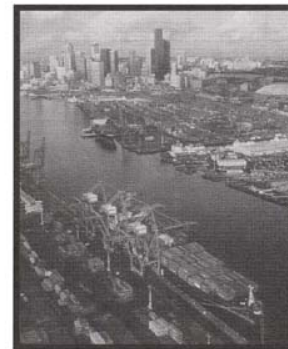


Comptabilité matérielle publique:

«Le poids des Nations»

THE WEIGHT OF NATIONS

MATERIAL OUTFLOWS FROM
INDUSTRIAL ECONOMIES



EMILY MATTHEWS
CHRISTOF AMANN
STEFAN BRINGEZU
MARINA FISCHER-KOWALSKI
WALTER HÜTTLER
RENÉ KLEIJN
YUICHI MORIGUCHI
CHRISTIAN OTTKE
ERIC RODENBURG
DON ROGICH
HEINZ SCHANDL
HELMUT SCHÜTZ
ESTER VAN DER VOET
HELGA WEISZ



WORLD RESOURCES INSTITUTE
WASHINGTON, D.C.

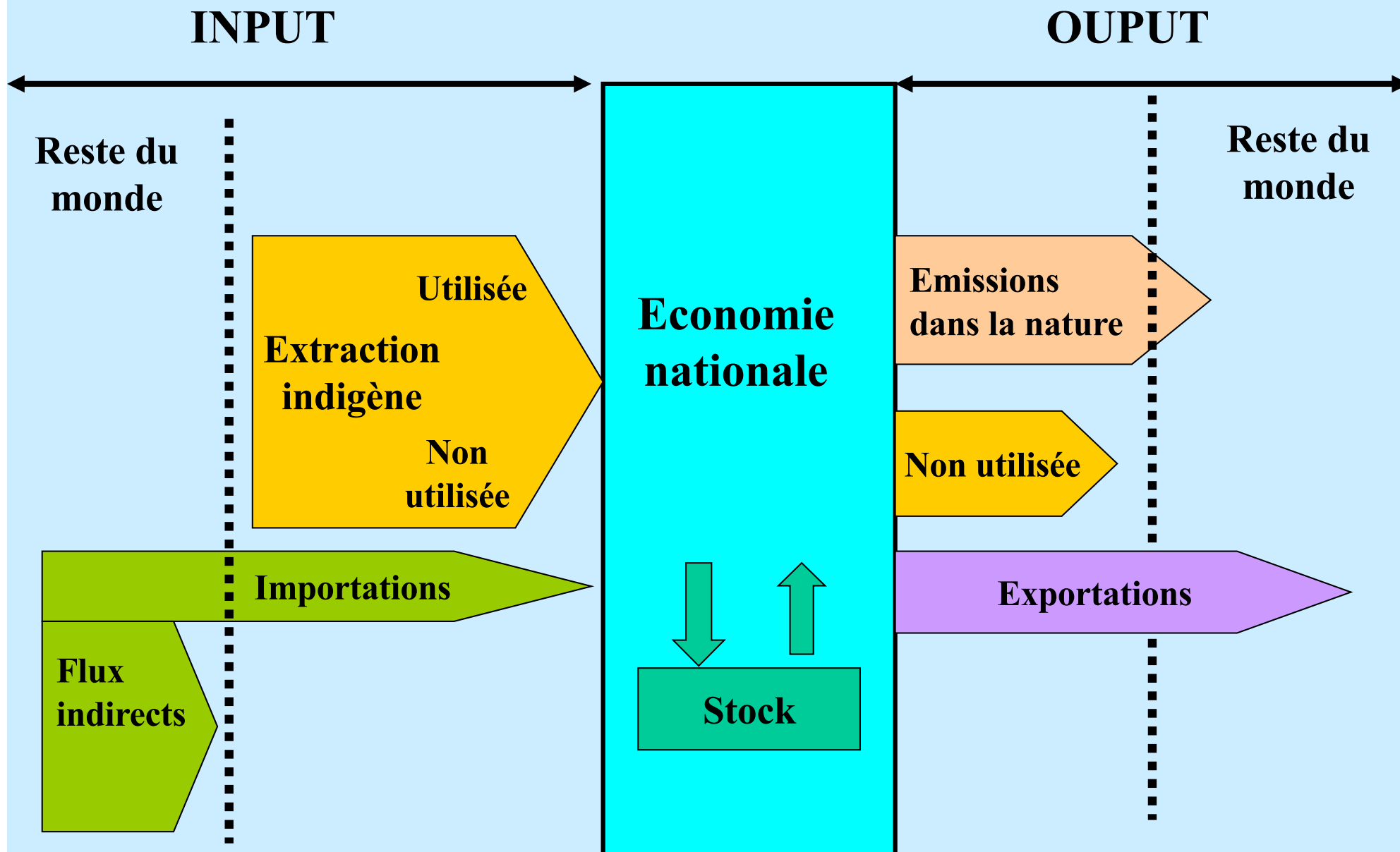
Métabolisme des activités économiques

Sommet du G8 (Evian, 2 juin 2003):

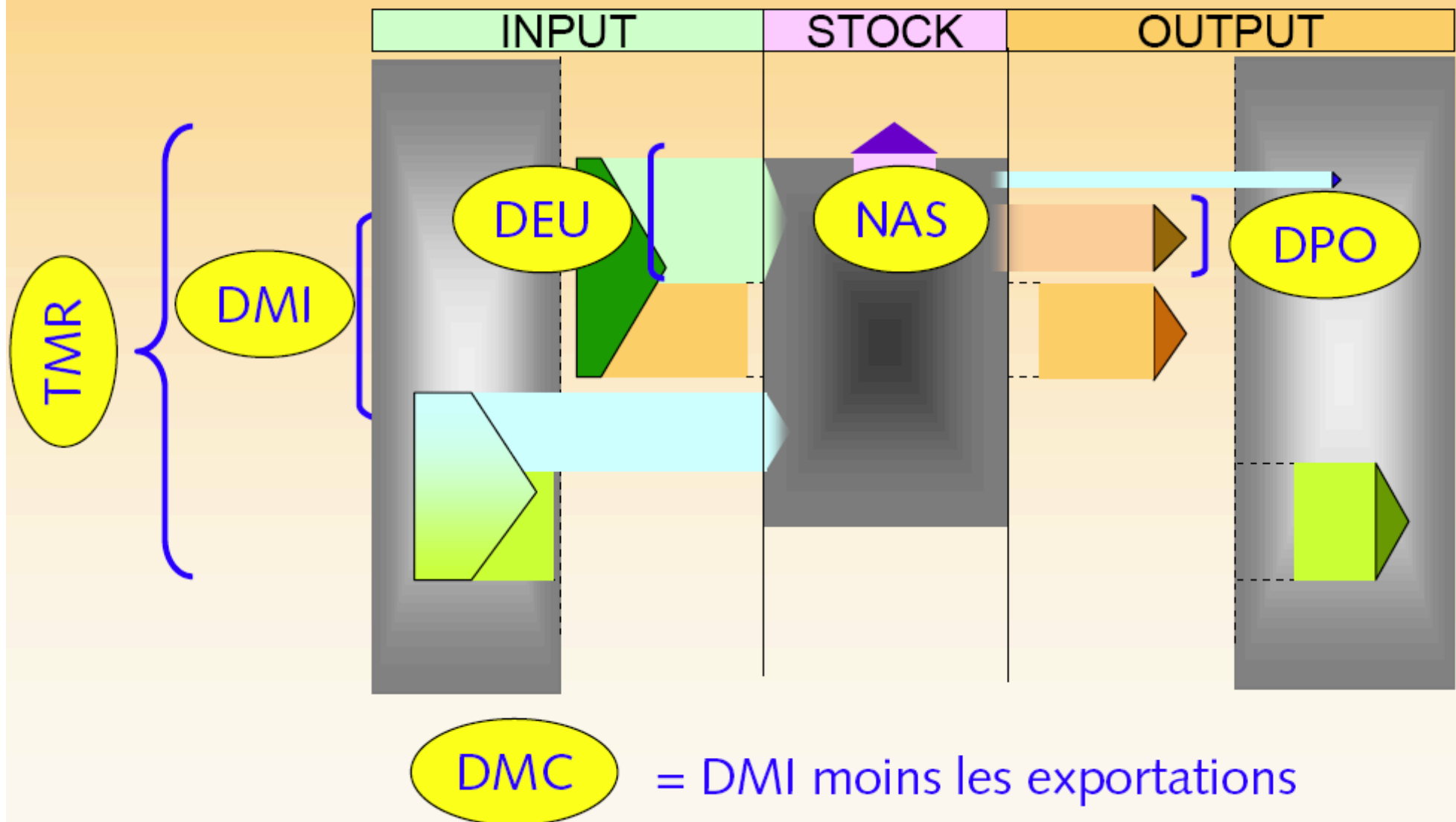
«Nous approfondirons notre connaissance des flux physiques de ressources et continuerons de travailler sur les indices de productivité de ces ressources, notamment dans le cadre de l' OCDE.»

***Science et technologie au service du développement durable -
plan d' action du G8***

Comptabilité physique (OECD); Suisse:OFS



Principaux indicateurs MFA

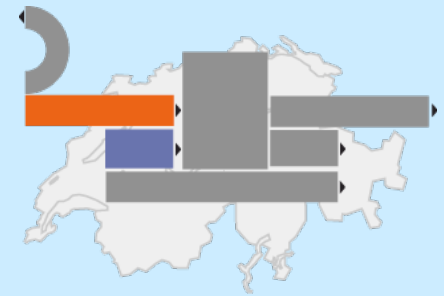


Principaux indicateurs MFA (OCDE)

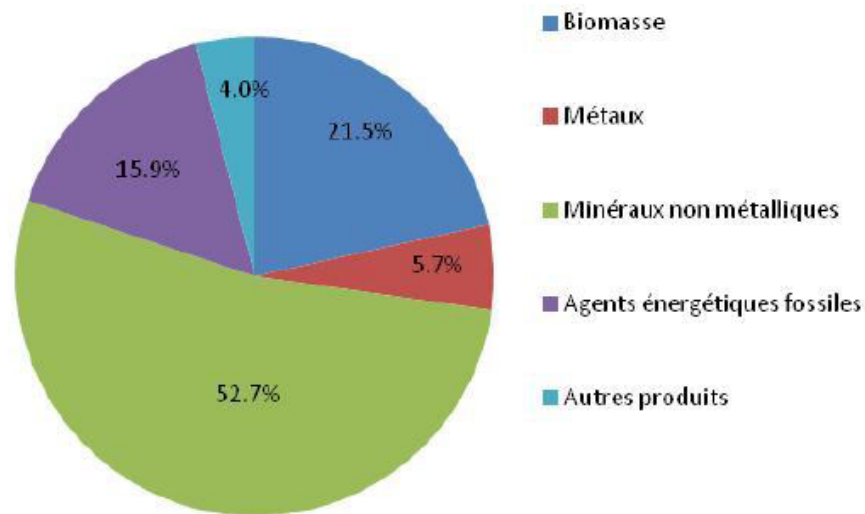
- **TMR = Total Material Requirement**
- **DMI = Direct Material Input**
- **DMC = Direct Material Consumption**
- **DEU = Domestic Extraction Used**
- **NAS = Net Addition to Stock**
- **DPO = Domestic Processed Output**

Matières directement utilisées DMI

~ 15 tonnes par habitant et par année



Matières directement utilisées
par catégorie de matières en 2011



Les besoins matériels par habitant et par an correspondent à la cargaison d'un camion malaxeur de béton.

Source: OFS, 2012

Flux de matière directs et indirects (OFS, 2012)

= TMR (Total Material Requirement)

Suisse: consommation totale en 2011:

~ 350 millions de tonnes

Soit: ~ 44 tonnes / personne / an

ou ~ 120 kilos / personne / jour

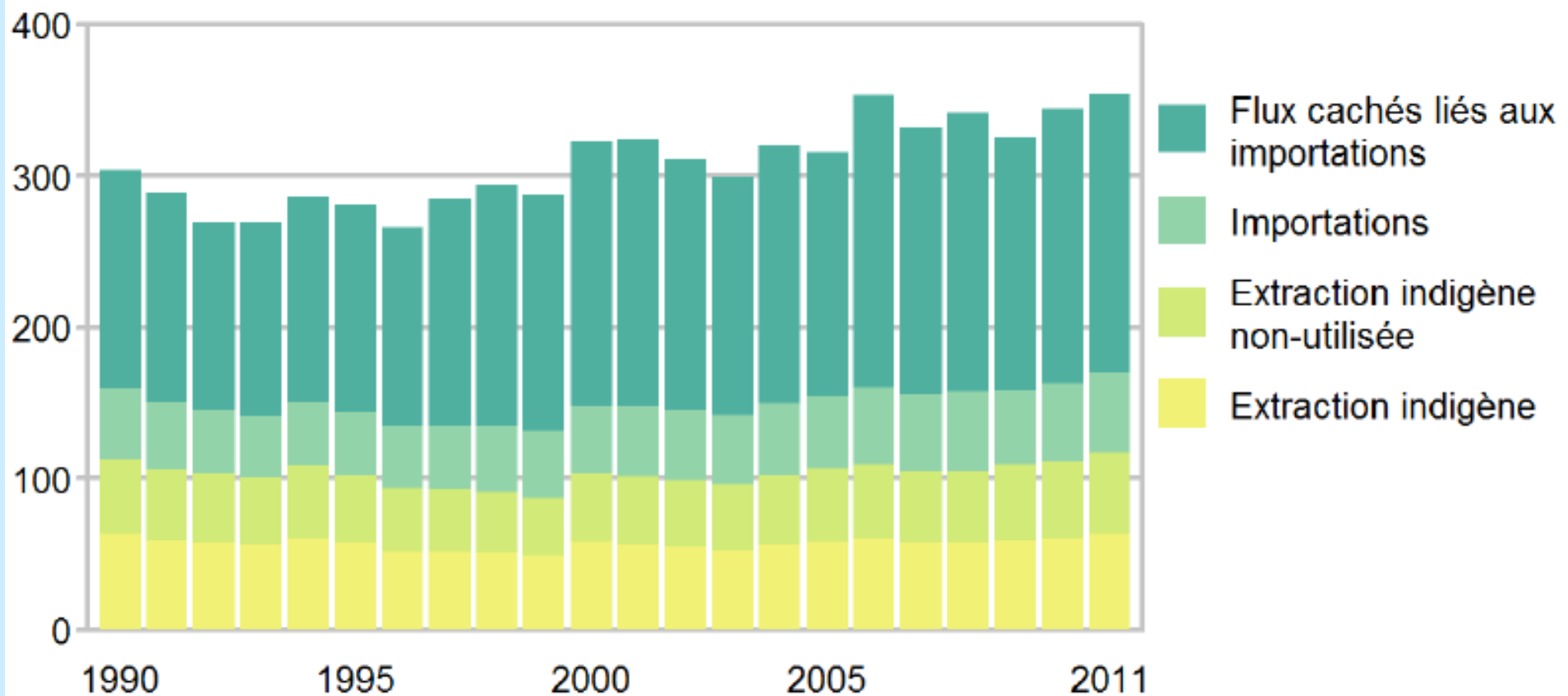
En plus:

Consommation d'air et d'eau (eau: 2,5 milliards de tonnes)

67 % des flux sont «cachés» (indirects) ; leur proportion augmente

Ensemble des besoins matériels TMR

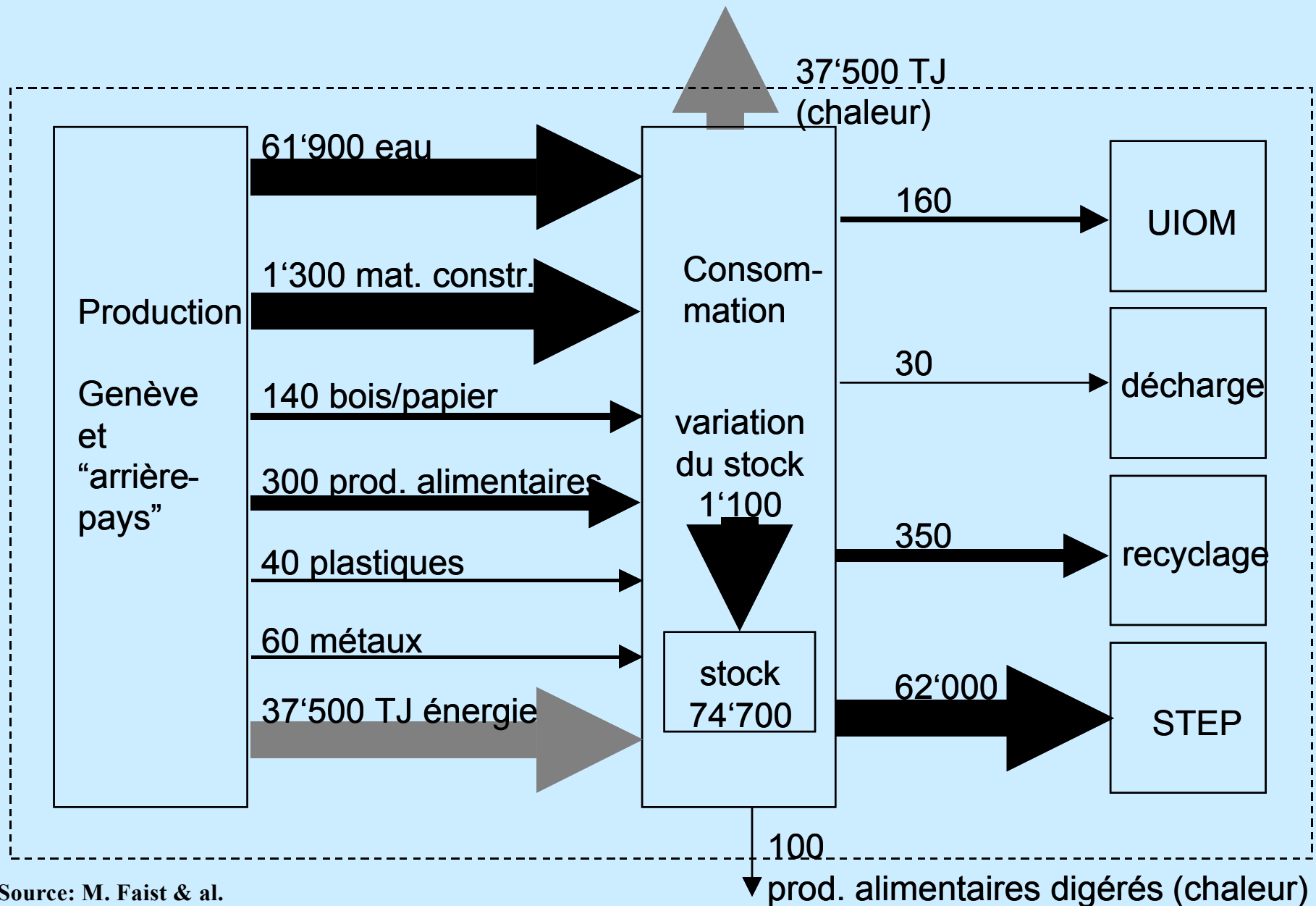
En millions de tonnes



Ecologie industrielle à l' échelle territoriale: le cas du canton de Genève

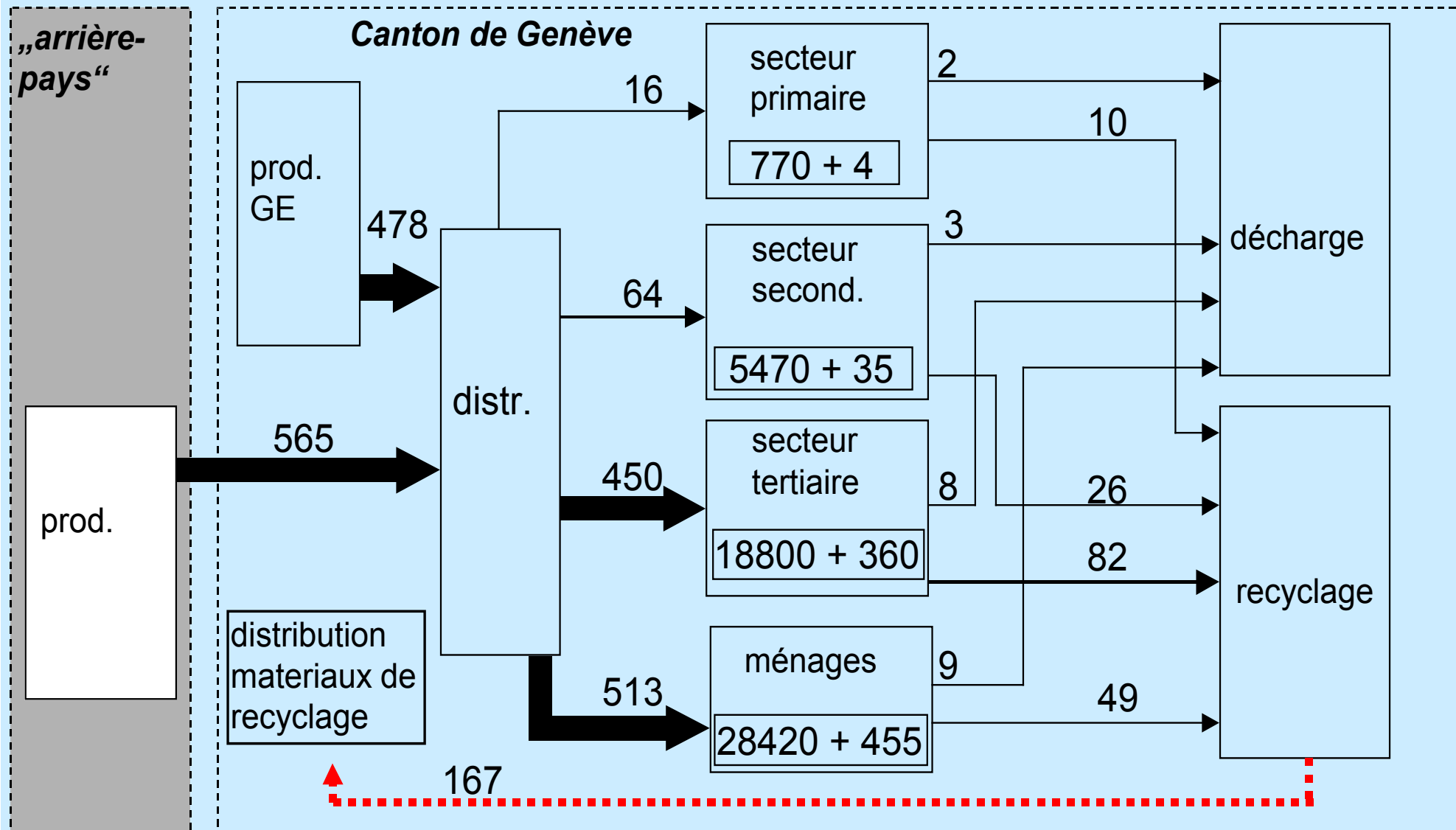


Métabolisme du canton de Genève: flux totaux (2000)



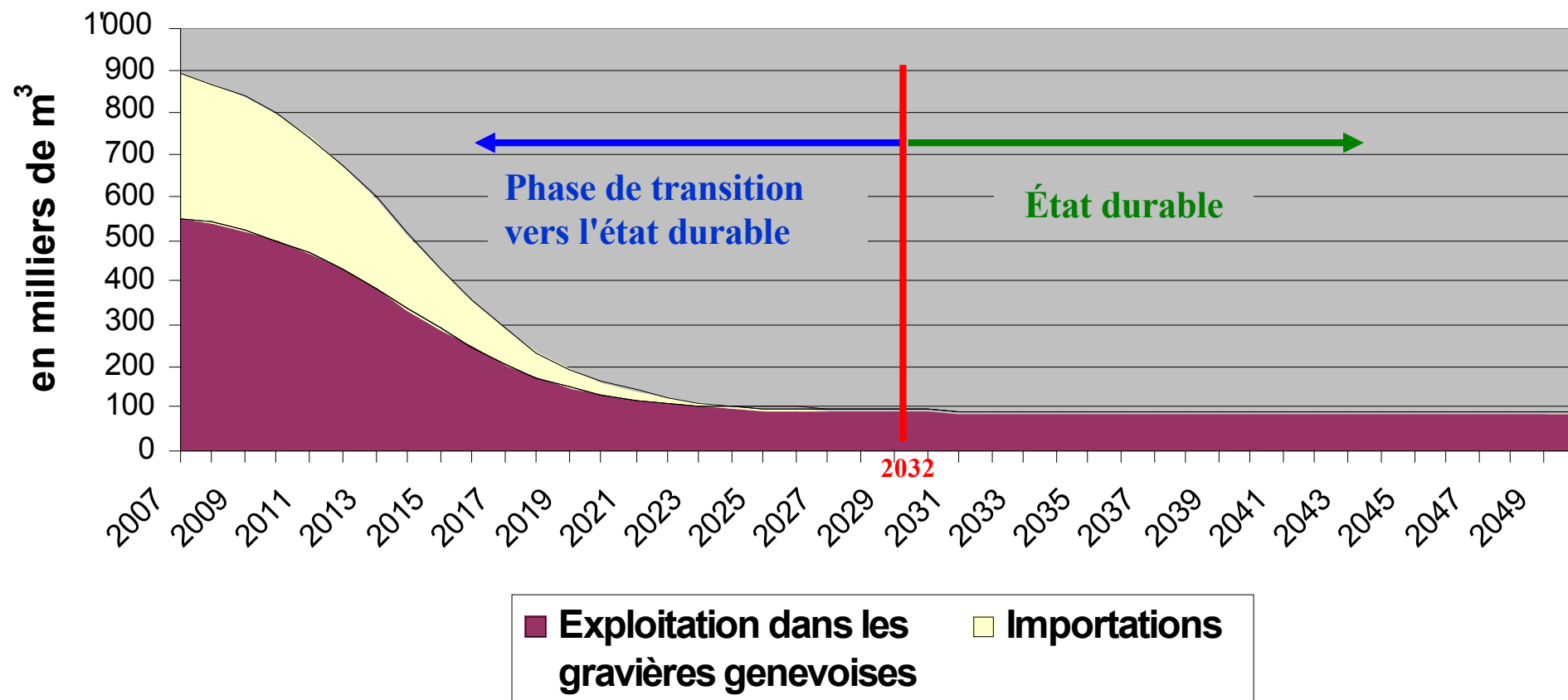
Source: M. Faist & al.
Unités: milliers de tonnes

Flux et stocks de béton et briques (milliers de tonnes)



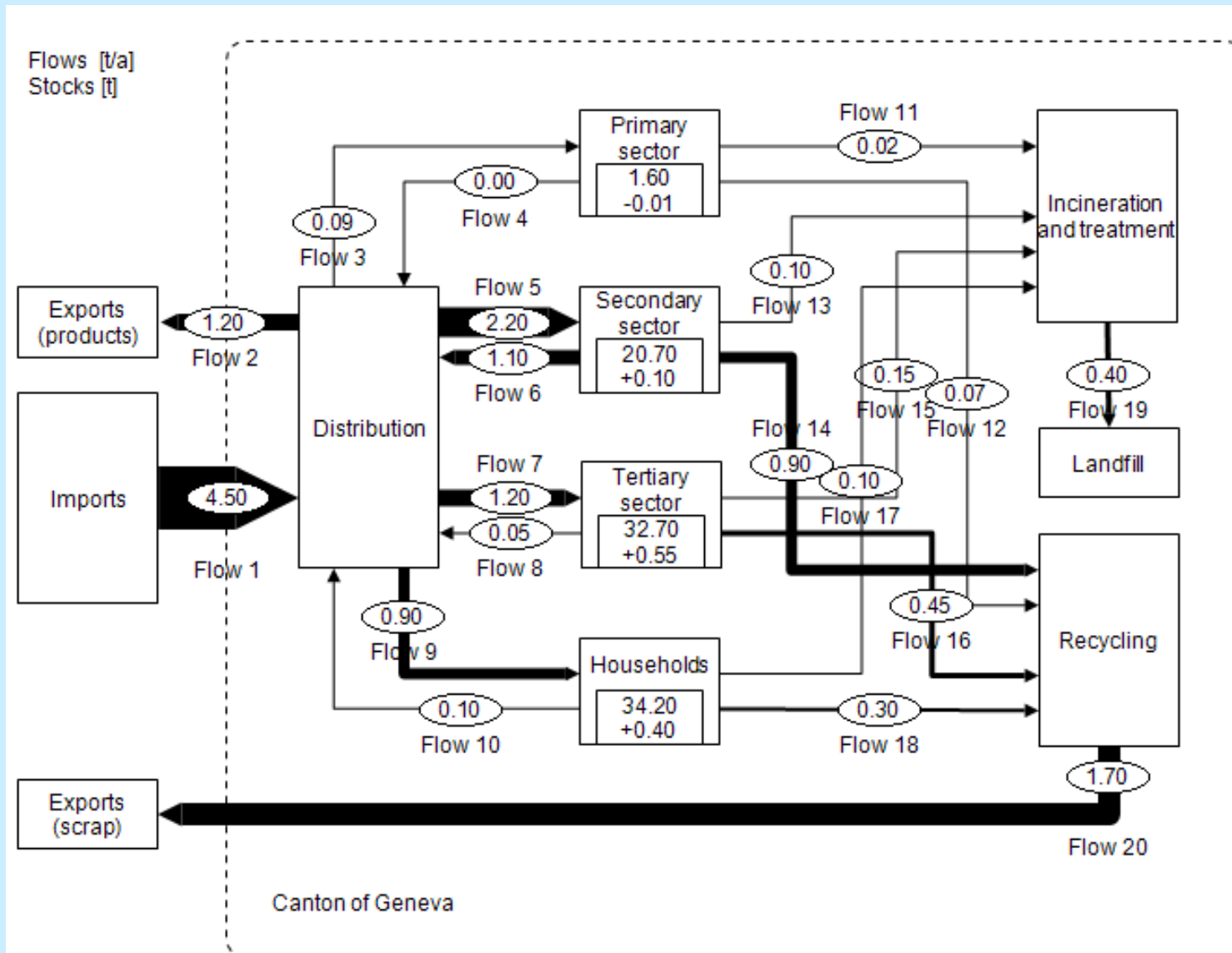
Gravier : Le concept durable

Référentiel pour l'évolution de la consommation totale de grave naturelle

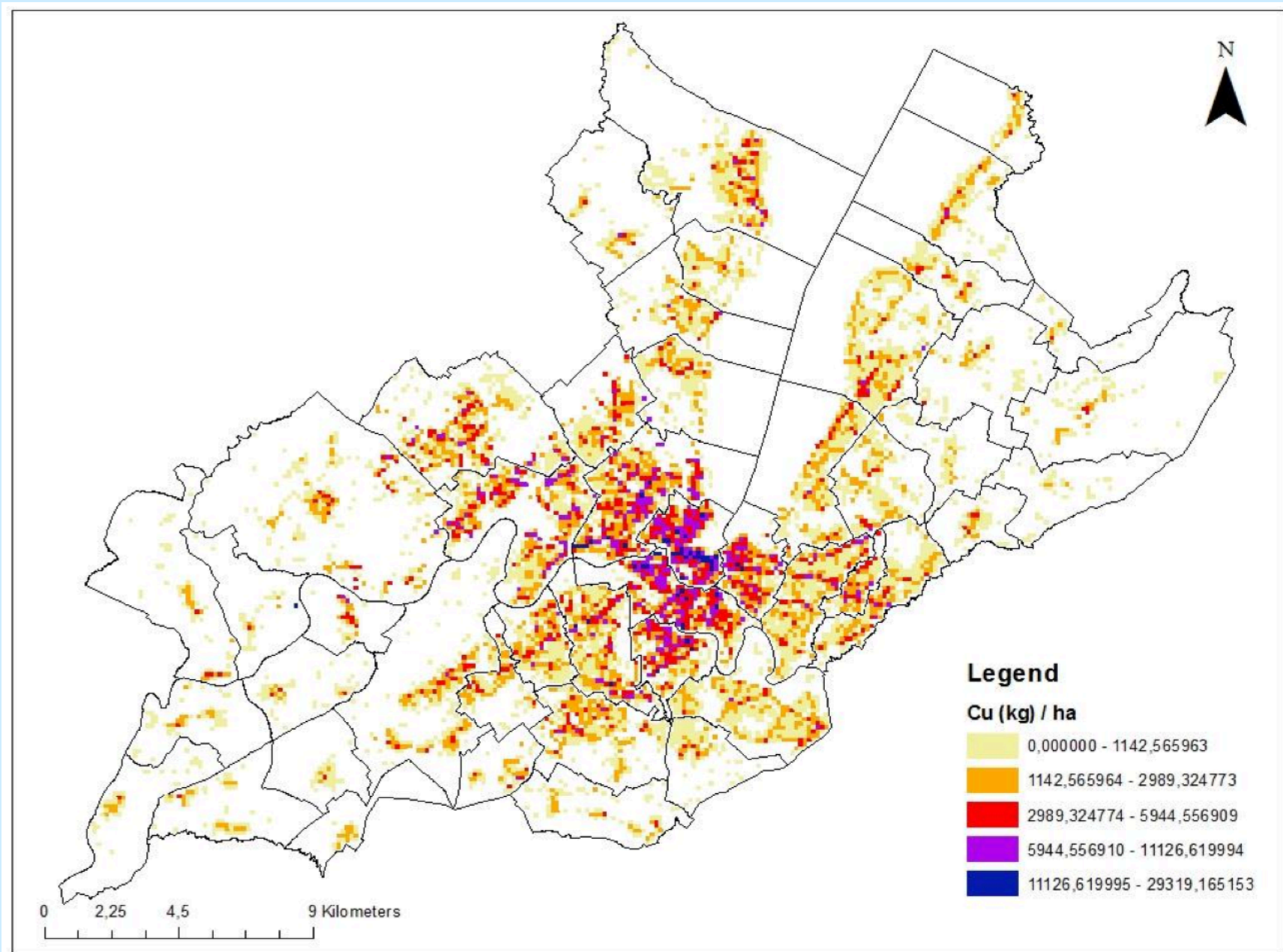


Canton de Genève: métabolisme du cuivre

Consommation: 7.9 kg par hab. / Stocks «in use»: 220 kg par hab.



Géolocalisation des stocks de cuivre à Genève (kg/ha, 2012)



Source: F. Antoine, EPFL, 2012

Documentation (2015):

Les nouvelles ressources de Genève

**15 ans de travaux en écologie industrielle :
résultats et perspectives**

Mots clé: Genève, écologie industrielle, Ecosite

Merci pour votre attention !

Prof. Suren Erkman

suren.erkman@unil.ch

**10^e Think Tank, Fondation de prévoyance Patrimonia
Lausanne, 1^{er} septembre 2020**