



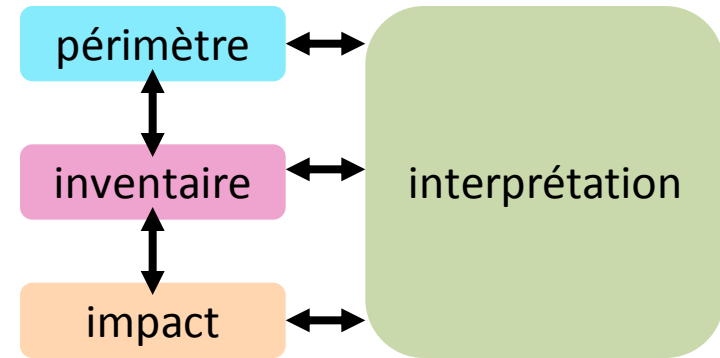
INCUBATEUR
BARREAU
DE RENNES

Conférence du 27/02/19 sur la Pollution numérique

La mesurer

Olivier Ridoux

Un outil : l'analyse de cycle de vie

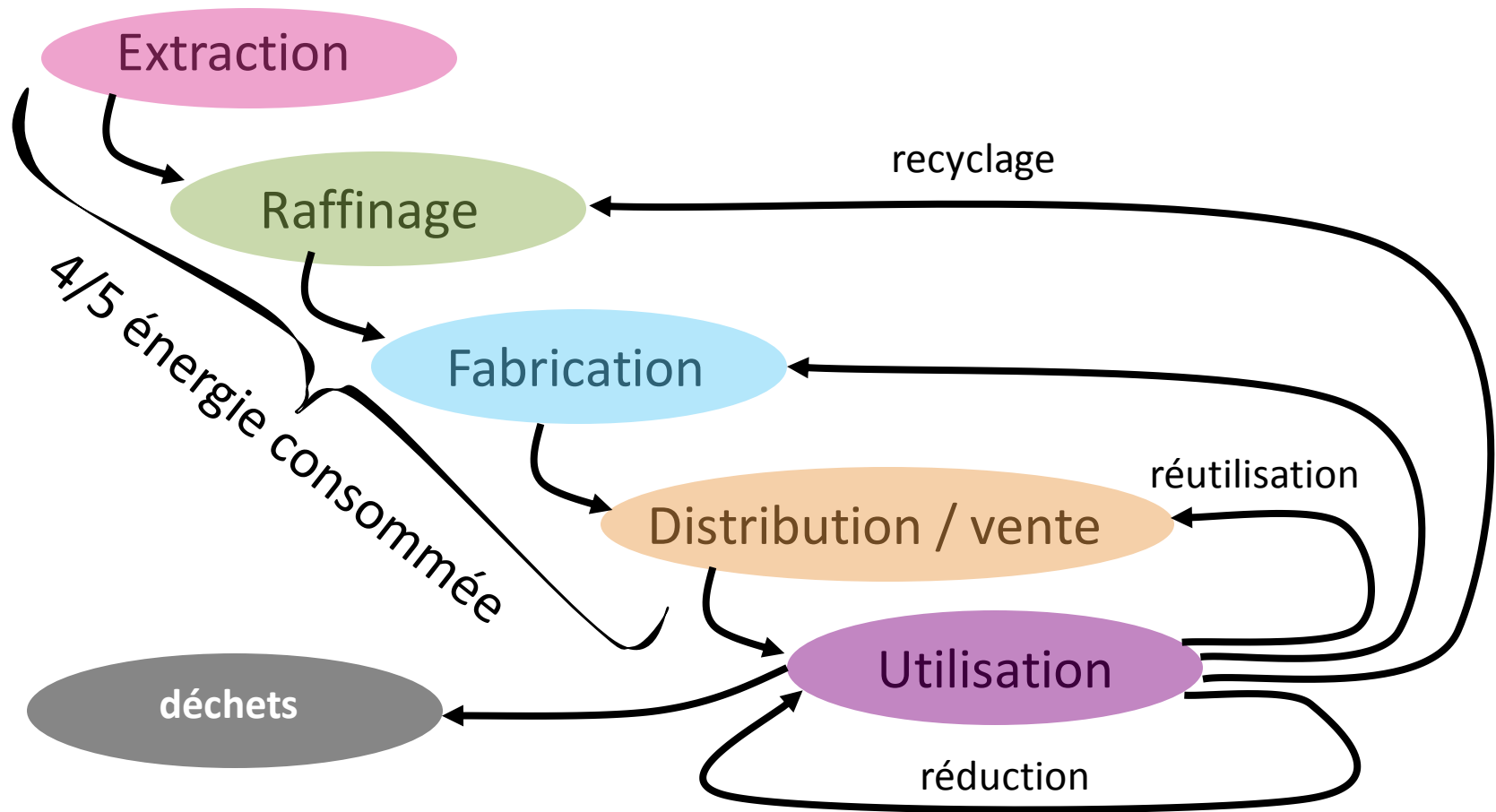


- ***Life cycle assessment (LCA)***
- Position du problème - **périmètre** de l'étude
- **Inventaire** et étude quantitative
- Étude **d'impact**
- **Interprétation** des résultats
- ISO 14044

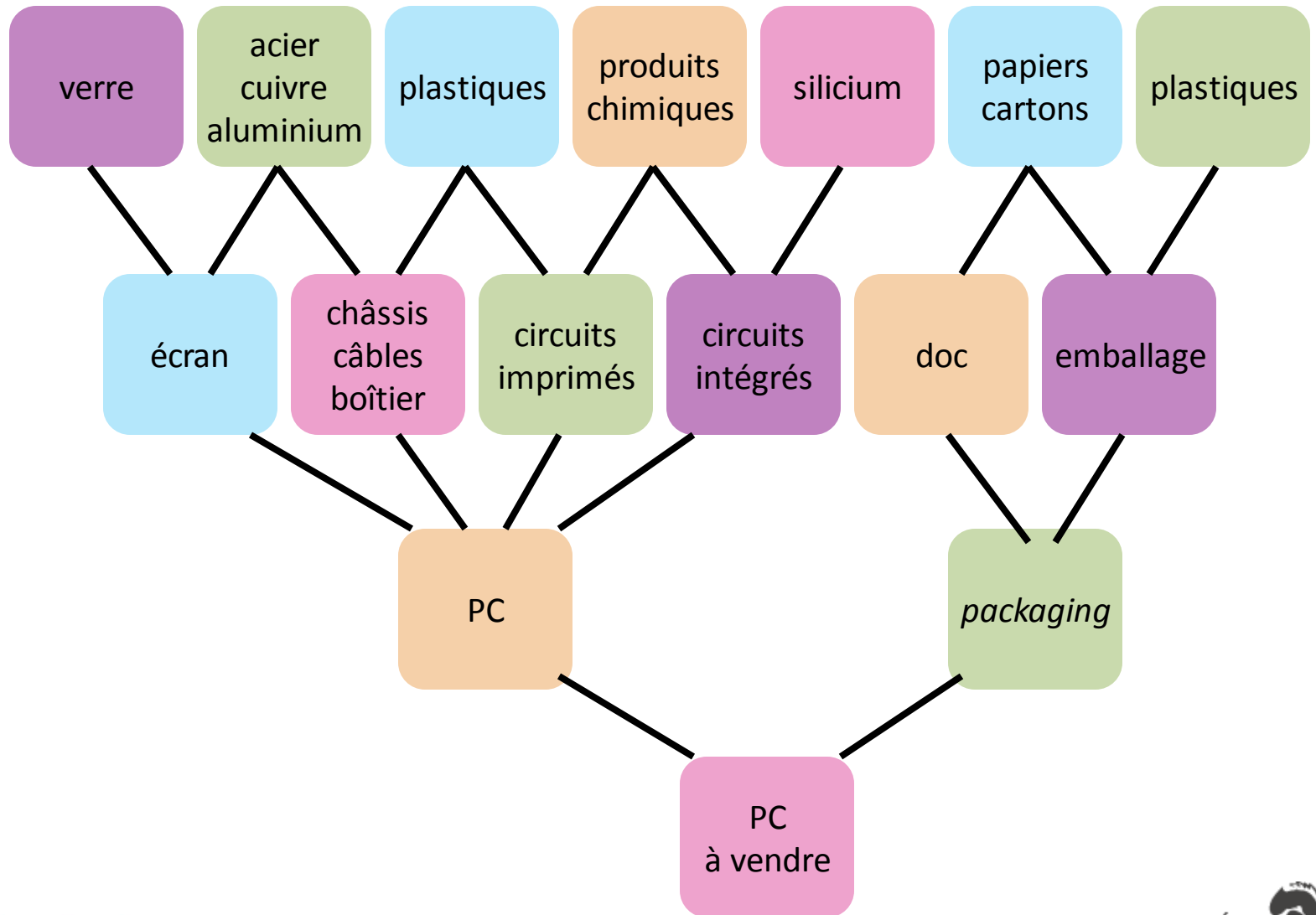
Le périmètre

- Géographique
 - États-Unis, États-Unis+Japon, Europe, Europe de 1998, Europe de 2008
- Technologique
 - ordinateurs, périphériques, jeux, électro-ménager, ...
- Unité fonctionnelle

Cycle de vie complet



L'inventaire



Des matériaux dangereux

- Pb (plomb), Hg (mercure)
 - soudures et contacts
 - écrans cathodiques
- P (phosphore)
 - écrans cathodiques
- Ni (nickel), Cd (cadmium)
 - batteries
- Br (brome)
 - retardateurs de flamme

Des métaux parfois précieux

- Structure
 - Fe (acier), Al
- Infrastructure électrique
 - Cu, Sn, Ag, Au
- Électronique
 - processeur : Si, Ge, Ga, ...
 - écran, disque, etc. : In, terres rares, ...
 - batterie : Ni, Cd, Li
- Un téléphone portable (g)
 - = 16 Cu, **0,35 Ag**, **0,034 Au**, **0,015 Pd** et 0,00034 Pt

*moitié de
l'impact métaux*

TIC et table de Mendeleïev

- Avant XIX^e
 - Au, Ag, Cu, Sn, Fe, Pb
 - d'autres sont isolés mais peu exploités
- Avant 1970
 - environ 20 métaux exploités
- Après 2000
 - environ 60 métaux exploités
 - certains principalement par les TIC : Ga, In, Ta

TIC et criticité (*criticalité* !)

- Rareté
 - Au, Pt
- Usage spécifique
 - In, Ta, Ga
- Concentration géographique
 - terres rares et Chine
 - Li et Chili
- Géopolitique
 - terres rares et Chine
 - Pt et RSA
- Référentiel UE

Usages dispersifs

- Quantités infimes dans nombreux exemplaires
- Quantités nanométriques dans électronique

Obstacle au recyclage

Impact environnemental

Un impact : le réchauffement climatique

- Le **bilan carbone**
 - tout mesurer en production de gaz à effet de serre
 - convertir en CO₂e, même si pas de CO₂
- Référentiels pour les calculs

Une singularité des TIC

- Impact production >> impact utilisation
 - **production 4/5**
 - **utilisation 1/5**

- Automobile, réfrigérateur, ...
 - **production 1/10**
 - **utilisation 9/10**

Bilan carbone des écrans

- **Totalité du cycle de vie !**
- 1 PC / CRT \approx 680 kg CO₂e
 - dont 28 pour l'écran
- 1 PC / LCD \approx 1280 kg CO₂e
 - dont 675 pour l'écran

Recyclage

- X % de quoi ?
 - de la production initiale ?
 - des déchets ?
 - de la production suivante ?
- Ambiguïté pas très grave si situation stationnaire...

...confusion sinon

Décyclage

- Jamais 100 % de recyclage
 - pertes au feu et usages dispersifs
- Perte de qualité
 - impuretés
- Limité par énergie

Économie circulaire → économie spirale
quantité et qualité

ACV d'un smartphone : exploitation des résultats et interprétation

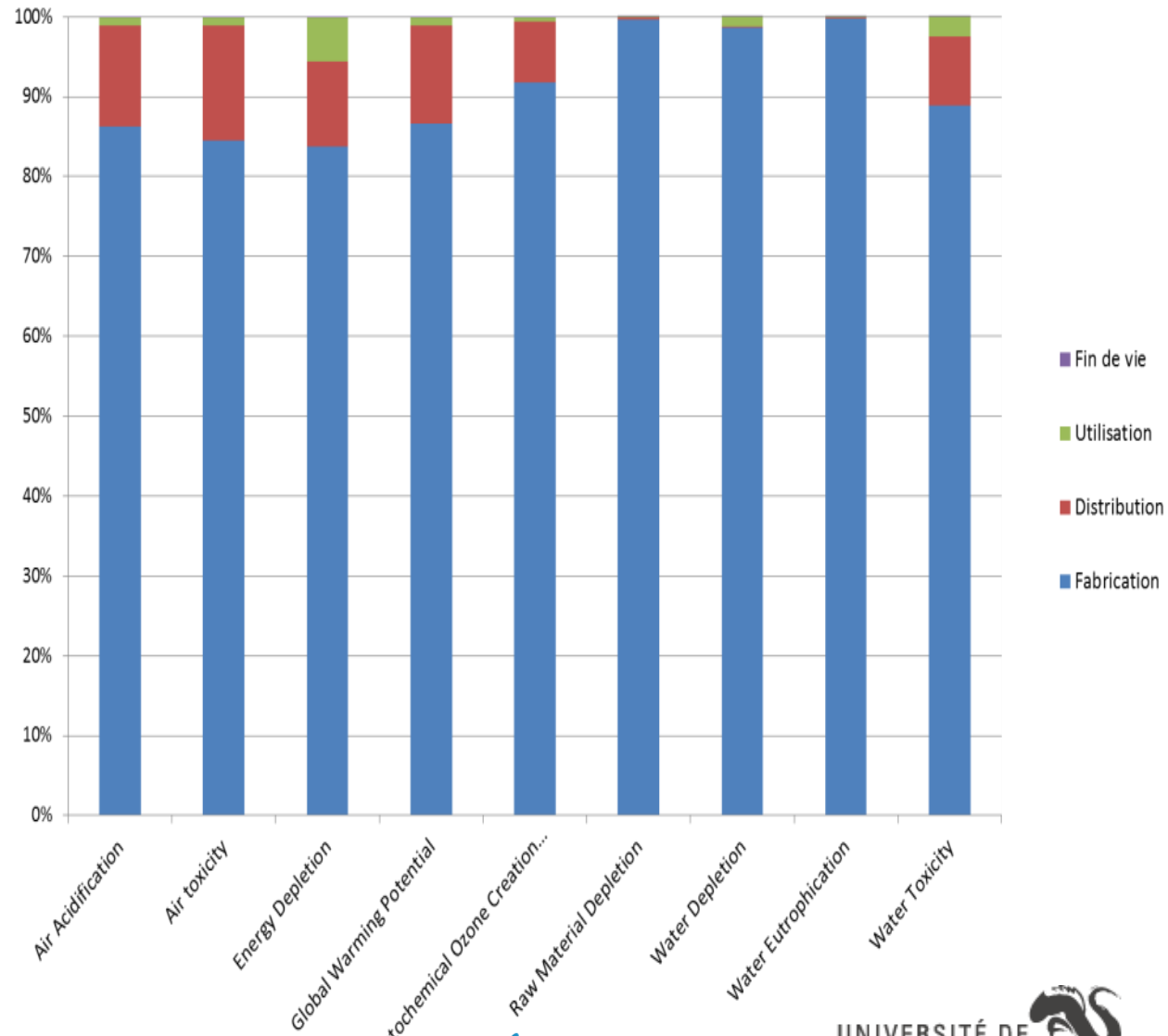


Distribution des impacts environnementaux sur le cycle de vie complet

Phase de fabrication largement majoritaire pour l'ensemble des impacts

Contribution significative de la phase de distribution sur les impacts liés aux émissions dans l'air et à la toxicité de l'eau

Peu d'impact pour la phase d'utilisation à l'exception de la consommation d'énergie primaire



ACV d'un smartphone : exploitation des résultats et interprétation

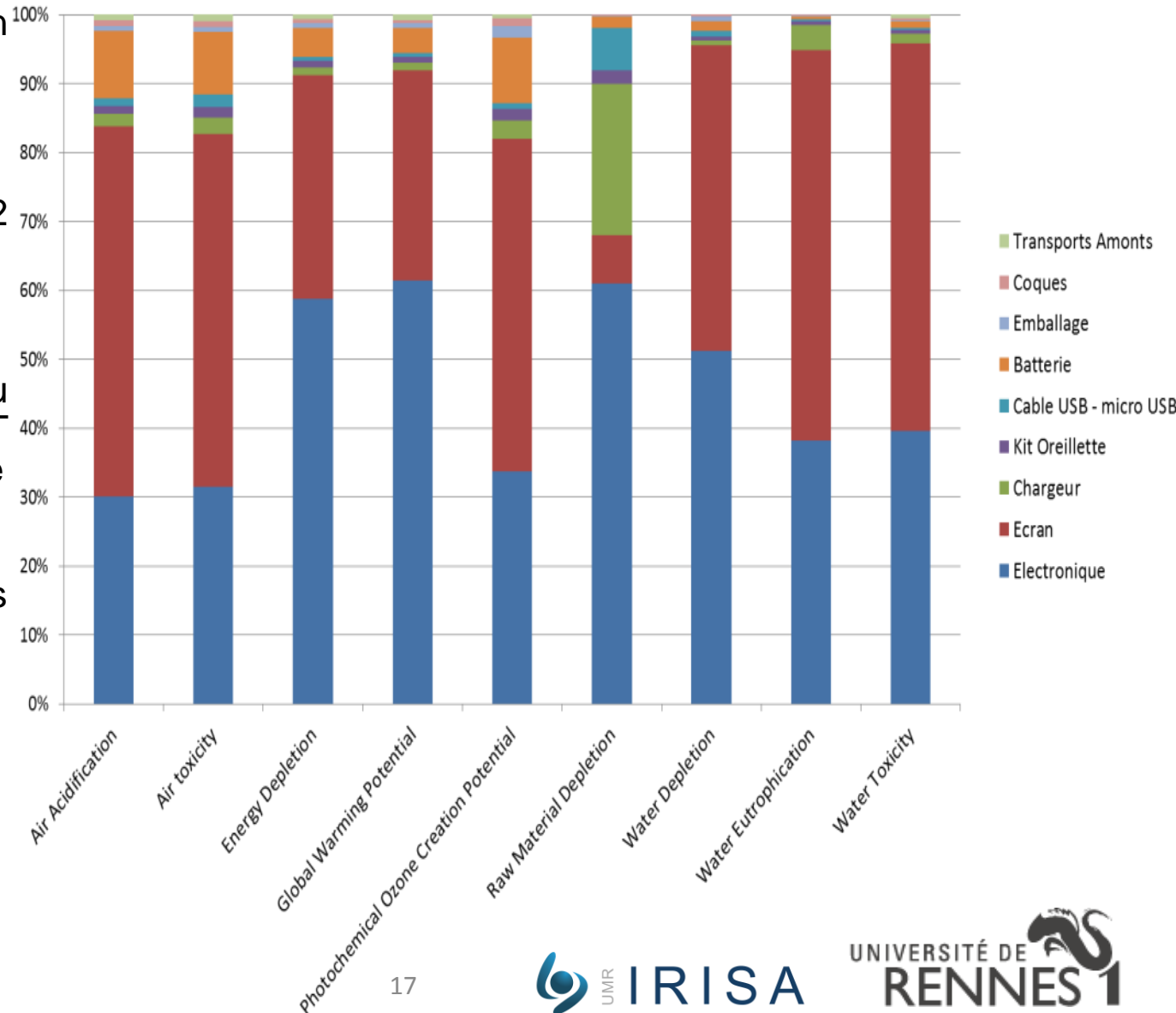


D'où provient l'impact en phase de fabrication ?

Au niveau produit 2 sous-ensembles significatifs :

- écran notamment du fait de la matrice TFT produite en salle blanche

- ensemble des cartes électroniques

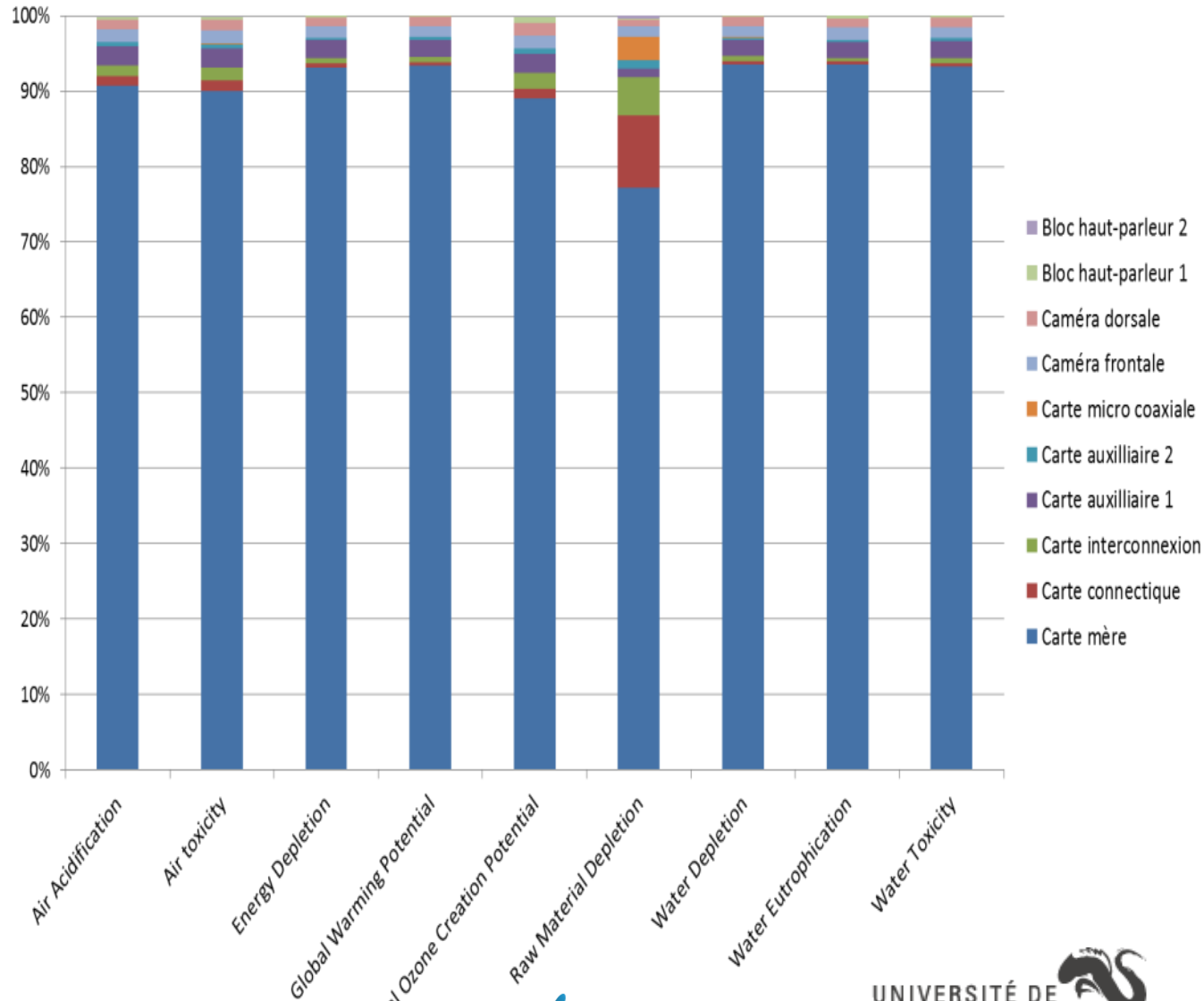


ACV d'un smartphone : exploitation des résultats et interprétation



Au niveau électronique la carte mère domine largement l'ensemble des impacts

Impacts significatifs des cartes d'interconnexion et de connectique pour l'indicateur « *Raw Material Depletion* »



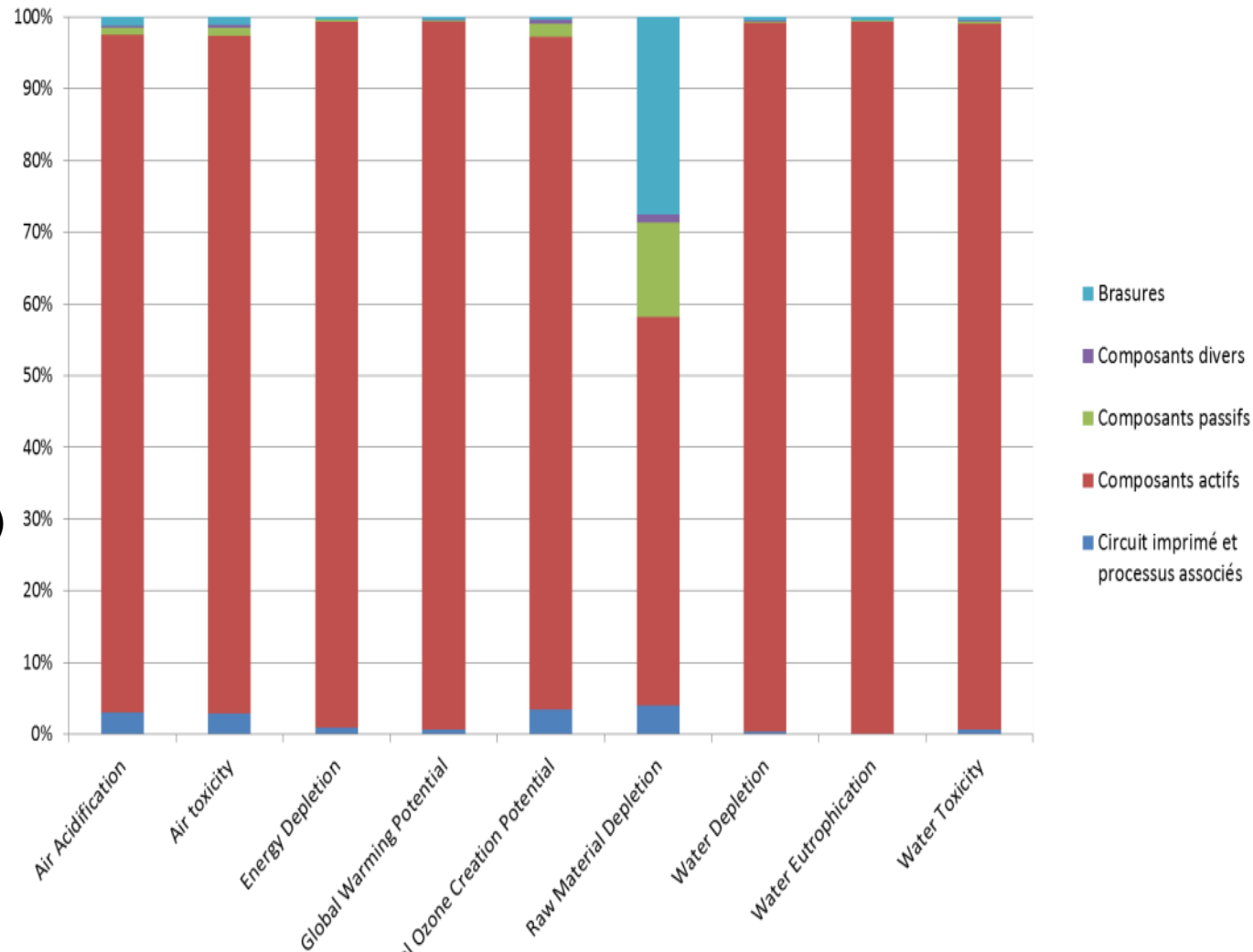
ACV d'un smartphone : exploitation des résultats et interprétation



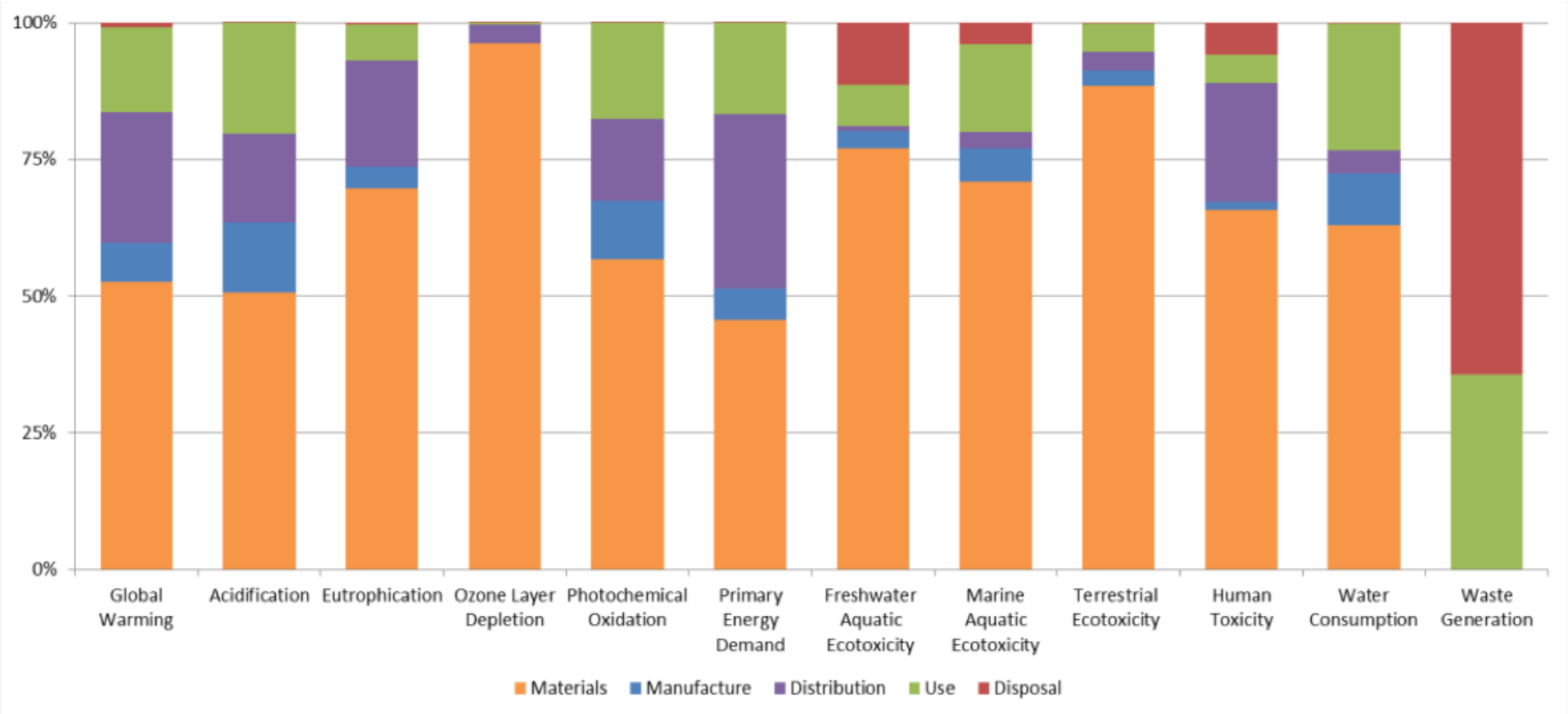
Au niveau de la carte mère les composants actifs (transistors, diodes et circuits intégrés) représentent la majorité de l'impact

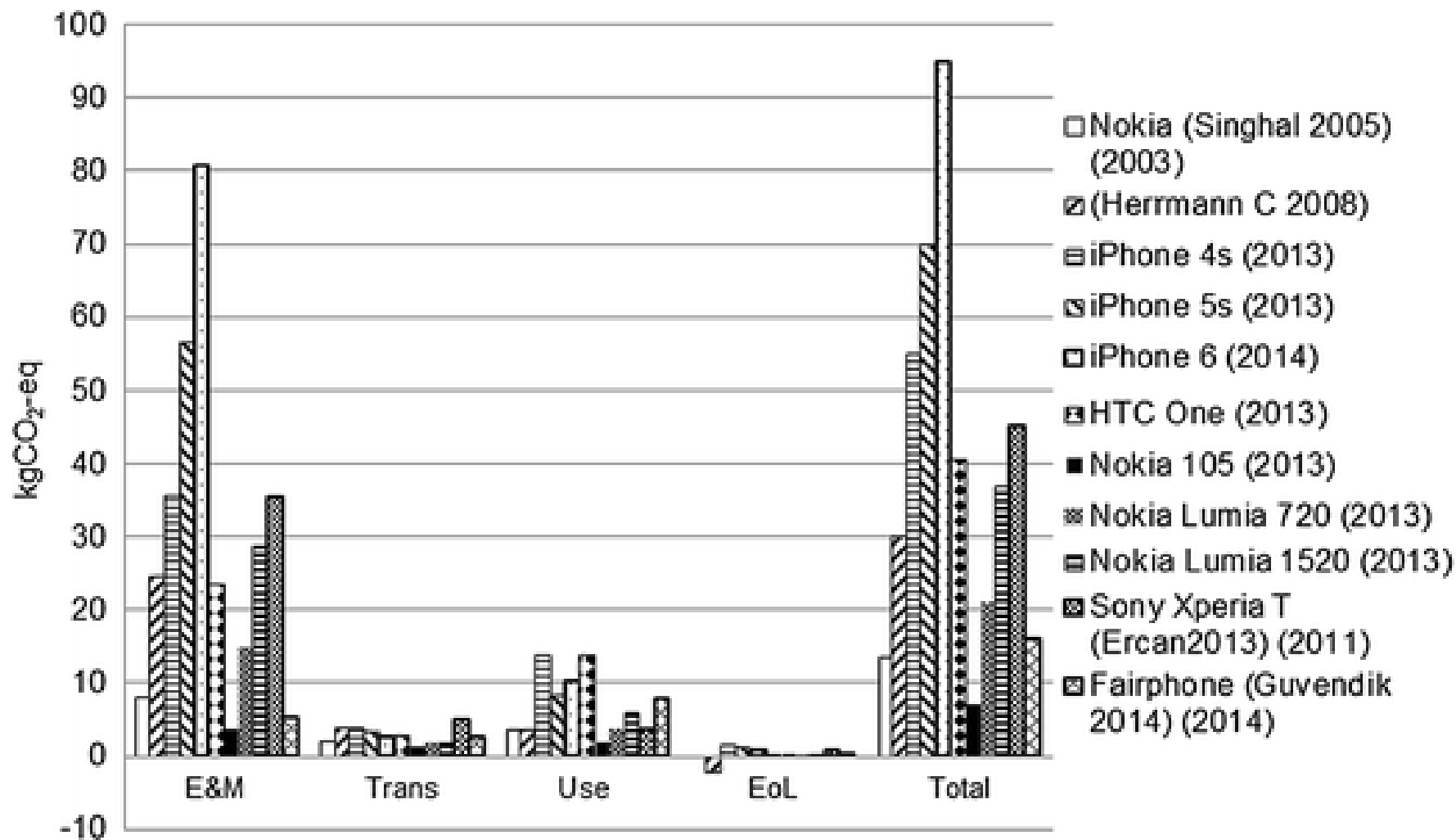
Composants actifs : production en salle blanche (consommation énergie importante pour filtration et climatisation)

Brasures : alliage étain/argent / cuivre métaux avec un facteur de caractérisation élevé pour « *Raw Material Depletion* »



ACV Samsung Galaxy S





Réglementation

- Directive **DEEE**
- Directive **RoHS**
- Convention de **Bâle**

DEEE

- Déchets d'équipements électriques et électroniques

WEEE : Waste of Electrical and Electronic Equipment

- Slogan

Réduire, réutiliser et recycler

- **Directive européenne**

Directive DEEE



- Retour au producteur
 - via le distributeur
- Filière inverse
 - consommateur
 - distributeur
 - producteur
- **Restrictions d'application**

RoHS

- *Restriction of Hazardous Substances*
- **Directive européenne**
- Interdiction de certains produits
 - plomb, brome, cadmium, antimoine, etc.
 - **déclaration des producteurs**
 - **restriction d'application**

Convention de Bâle

- *Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers de déchets dangereux et de leur élimination*
 - traité international : 1989-1992
 - contrôle de l'exportation de déchets
 - version durcie en Union Européenne

Pourtant : exportation vers Afrique et Asie

Conclusion : bon usage

- Prolonger la durée de vie
- Ne pas stocker chez soi du matériel inutilisé
- Ne pas jeter n'importe comment
- **Mesurer avant et après
quoi que ce soit de plus compliqué**

Impacts écologiques des TIC

Groupe ÉcoInfo

EDP Sciences 2012

- Le pilier environnemental du DD
- **Analyse de cycle de vie**