



**SURFACES**



**UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE**



Centre for Cartography and GIS



# Cartographie des surfaces imperméables



**Projet STEREO SR/00/02**

**Utilisation d'images satellitaires pour des  
applications urbanisées  
Namur, 26 octobre 2005**

**Tim Van de Voorde, VUB  
Frank Canters, VUB**

**Koen Mertens, UGent  
Robert De Wulf, UGent**

# Surfaces imperméables : introduction

- *Que sont les surfaces imperméables ?*

- Surfaces qui empêchent l'infiltration des eaux dans le sol
- Sols pavés ou bétonnés
- Parkings
- Routes
- Toits
- ...



→ L'eau ruisselle sur ces surfaces jusqu'aux égouts, réseau hydrographique ou d'autres types de surfaces plus perméables ...



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1878-1978



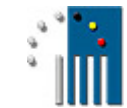
Centre for Cartography and GIS



# Surfaces imperméables et environnement

- Les surfaces imperméables sont à l'origine de problèmes de **qualité des eaux**
  - Les eaux de surface transportent les polluants
  - L'infiltration permet de préserver la qualité des eaux et d'alimenter les réserves souterraines
  - Erosion, température des eaux de surface ,...

- Fortes tempêtes responsables d'importantes précipitations  
→ **risques d'inondations !**



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE



# Surfaces imperméables et environnement

→ La proportion du territoire couvert par des surfaces imperméables est un **indicateur-clé** de l'état de «**santé**»  
**des bassins versants**

Artificialisation du sol



Quantité de surfaces imperméables



Risques pour la qualité des eaux



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1972-2019

Center for Cartography and GIS



# Surfaces imperméables à travers le monde



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE



- Directive cadre **européenne** sur l'eau
- Stratégie thématique de **protection du sol**
- Composante importante de la ***National Land Cover database 2000 (U.S.A.)***
- ***Rain-tax (U.S.A.)*** - CWA





## Plan de l'exposé



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE



- *Introduction – Que sont les surfaces imperméables ?*
- Comment cartographier les surfaces imperméables ?
  - Cartographie de la couverture du sol par classification d'images à Très Haute Résolution (THR)
  - Classification multi-résolution
- Applications possibles
- Questions



# Plan de l'exposé

- *Introduction – Que sont les surfaces imperméables ?*

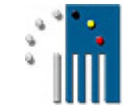
- Comment cartographier les surfaces imperméables ?

- Cartographie de la couverture du sol par classification d'images à Très Haute Résolution (THR)

- Classification multi-résolution

- Applications possibles

- Questions



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1878



Centre for Cartography and GIS

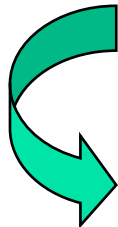


# Comment cartographier les surfaces imperméables?

- **Interprétation visuelle** de photos aériennes à grande échelle?
- **L'imagerie satellitaire** offre une alternative intéressante!



- **Images Très Haute Résolution**
  - finesse spatiale des détails ...
  - ...mais petite surface couverte par rapport aux coûts relativement importants
- **Images à Haute Résolution** (ex. Landsat)
  - beaucoup moins coûteux et surface couverte plus importante ...
  - ... mais moins de détails spatiaux



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

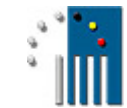
UILB  
1 6 2 3 4 5





# Plan de l'exposé

- *Introduction – Que sont les surfaces imperméables ?*
- Comment cartographier les surfaces imperméables ?
  - Cartographie de la couverture du sol par classification d'images à Très Haute Résolution (THR)
  - Classification multi-résolution
- Applications possibles
- Questions



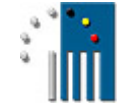
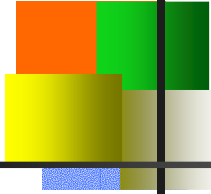
SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE



# Classification d'images à THR en couvertures du sol



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE



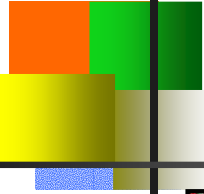
## Classification THR

Surfaces grises  
Surfaces oranges - rouges  
Sols nus  
Eau  
Herbages  
Cultures  
Arbres et arbustes  
Ombres





# Classification d'images à THR en couvertures du sol : Bruxelles



SURFACES



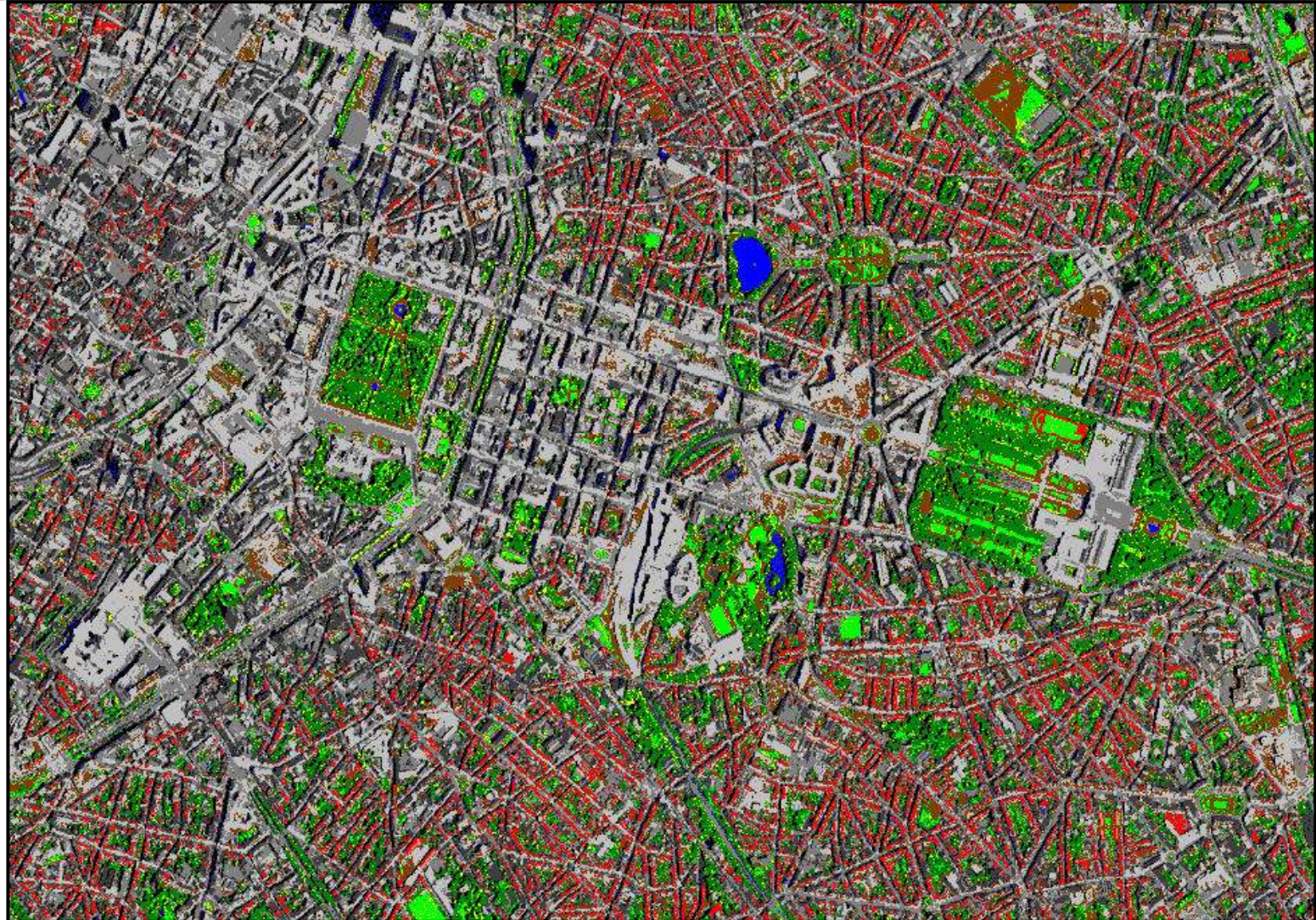
UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1973



Centre for Cartography and GIS





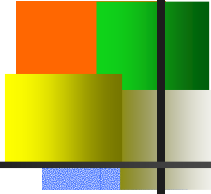
# Classification d'images à THR en couvertures du sol : Bruxelles



Watermael-Boisfort



250 m



# Elimination des ombres



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1878



Centre for Cartography and GIS



Watermael-Boisfort



250 m



# Amélioration de la classification par réduction du bruit et élimination des erreurs



Watermael-Boisfort

250 m



# Extraction des surfaces imperméables : exemple



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1878



Centre for Cartography and GIS



Watermael-Boisfort



250 m



# Extraction des surfaces imperméables : exemple



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1973



Watermael-Boisfort

250 m



# Extraction des surfaces imperméables : exemple



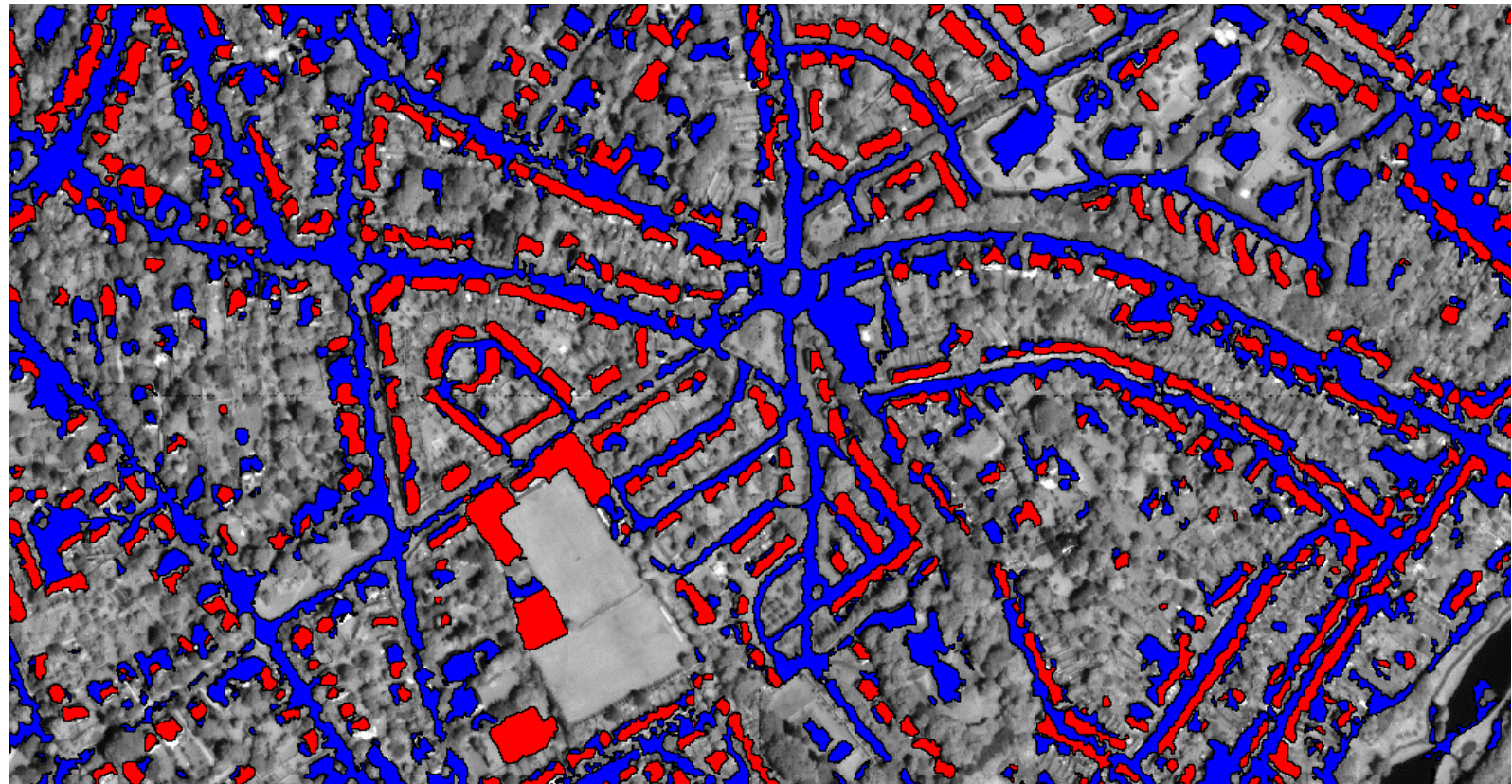
SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
TERRES



Watermael-Boisfort



250 m



## Plan de l'exposé

- *Introduction – Que sont les surfaces imperméables ?*
- Comment cartographier les surfaces imperméables ?
  - *Cartographie de la couverture du sol par classification d'images à Très Haute Résolution (THR)*
    - Classification multi-résolution
- Applications possibles
- Questions



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

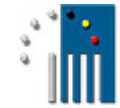
UILB  
1878



Centre for Cartography and GIS



# Comment cartographier les surfaces imperméables ?



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

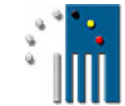
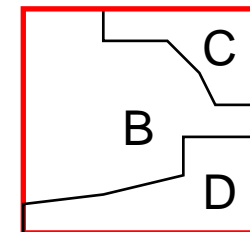
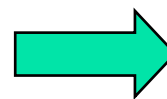
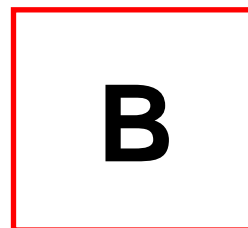


- Images Très Haute Résolution
  - → finesse spatiale des détails ...
  - ...mais petite surface couverte par rapport aux coûts relativement importants
- Images à Haute Résolution (ex. Landsat)
  - → beaucoup moins coûteux et surface couverte plus importante ...
  - ... mais moins de détails spatiaux

**Peut-on combiner les avantages des deux types de produits ?**

## Classification multi-résolution – comment ?

- Les pixels des images à plus basse résolution contiennent (souvent) plus d'un seul type de couverture de sol
  - pixels mixtes
- Méthodes traditionnelles de classification (*hard*)
  - 1 pixel = 1 type de couverture de sol (ex. herbage)
- Méthodes de classifications “Soft” (ex. *Neural Network ...*)
  - 1 pixel peut appartenir à plusieurs classes (ex. 60% herbage, 30% béton et 10% arbres)



SURFACES



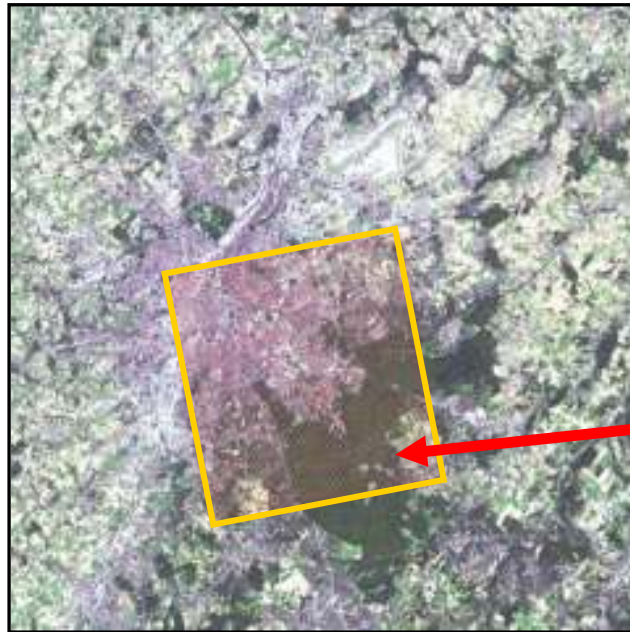
UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE



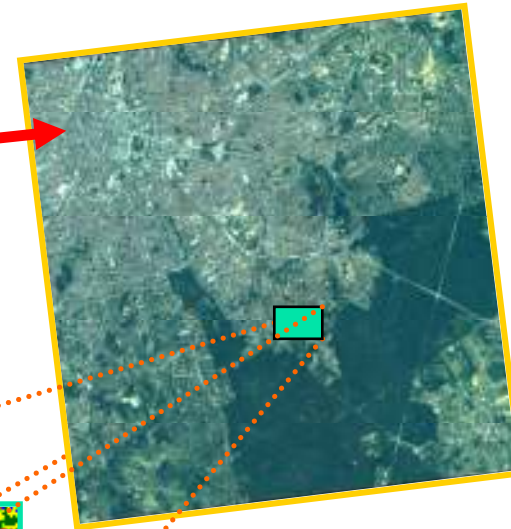


# Classification multi-résolution – comment ?

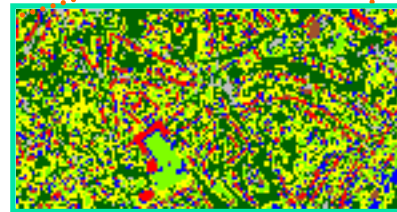
Landsat ETM+ Bruxelles (30m)

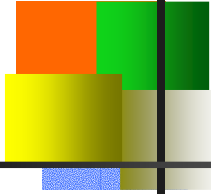


Relation entre valeurs spectrales de l'image ETM+ et la proportion des différentes classes estimée par (post-) classification d'une image Ikonos



Ikonos Bruxelles (4m) →





# Simplification de la légende



SURFACES



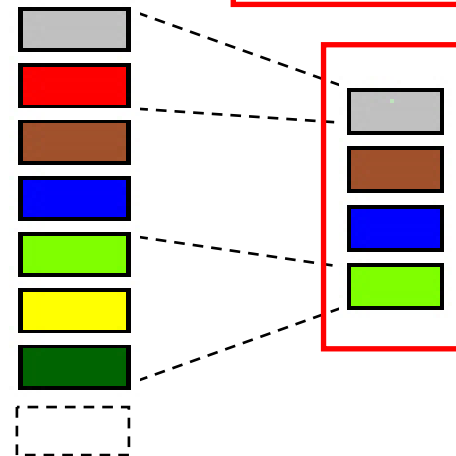
UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

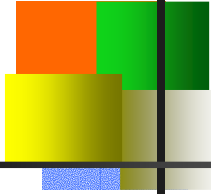


Classification THR

Classification  
«sub-pixel»

Surfaces grises  
Surfaces oranges-rouges  
Sols nus  
Eau  
Herbages  
Cultures  
Arbres et arbustes  
Ombres





# Classification multi-résolution



SURFACES

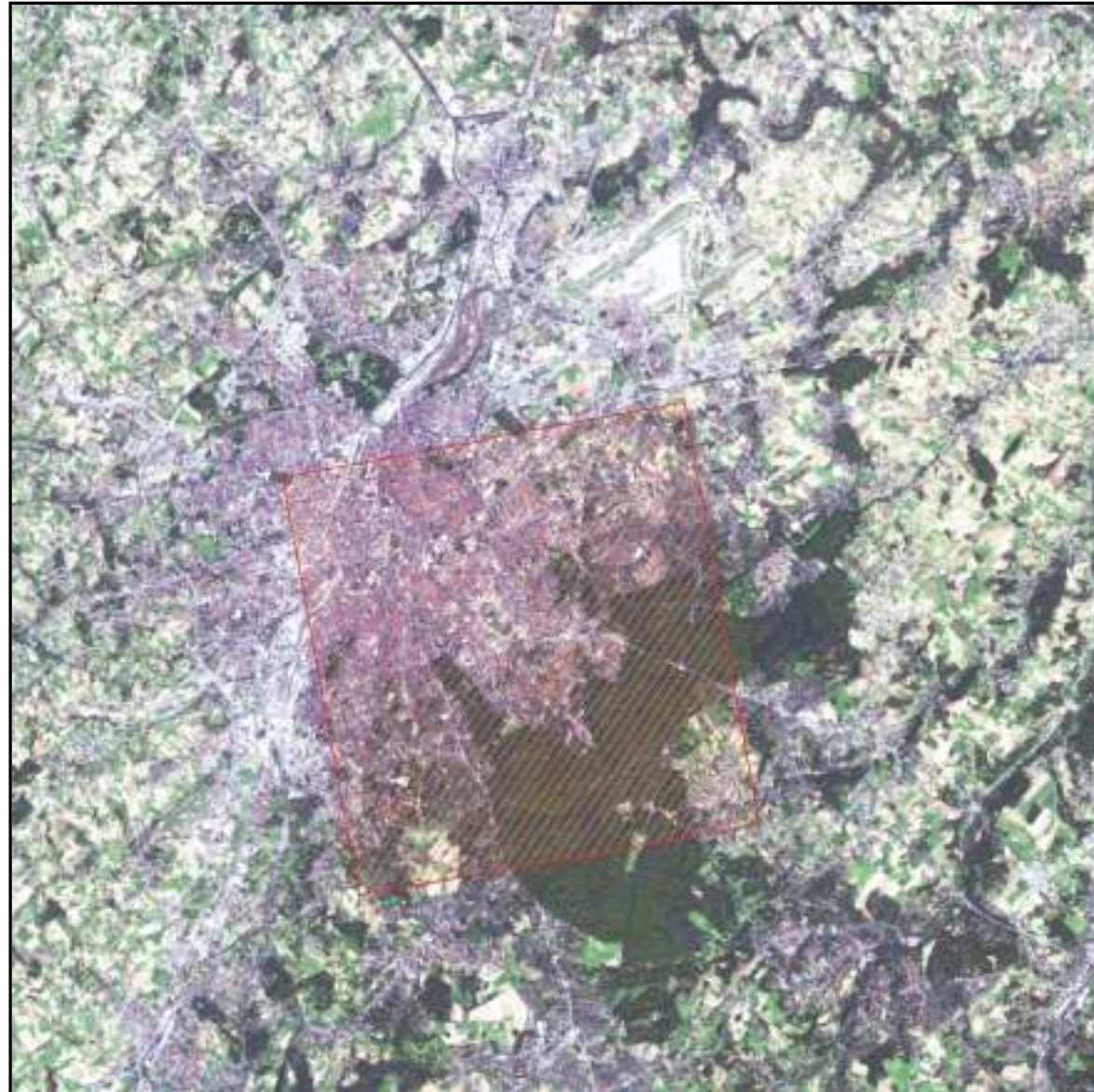
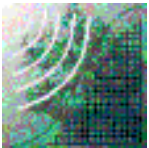


UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

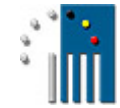
UILB  
1972-2002

CCGE  
Centre for Cartography and GIS





# Classification multi-résolution



SURFACES



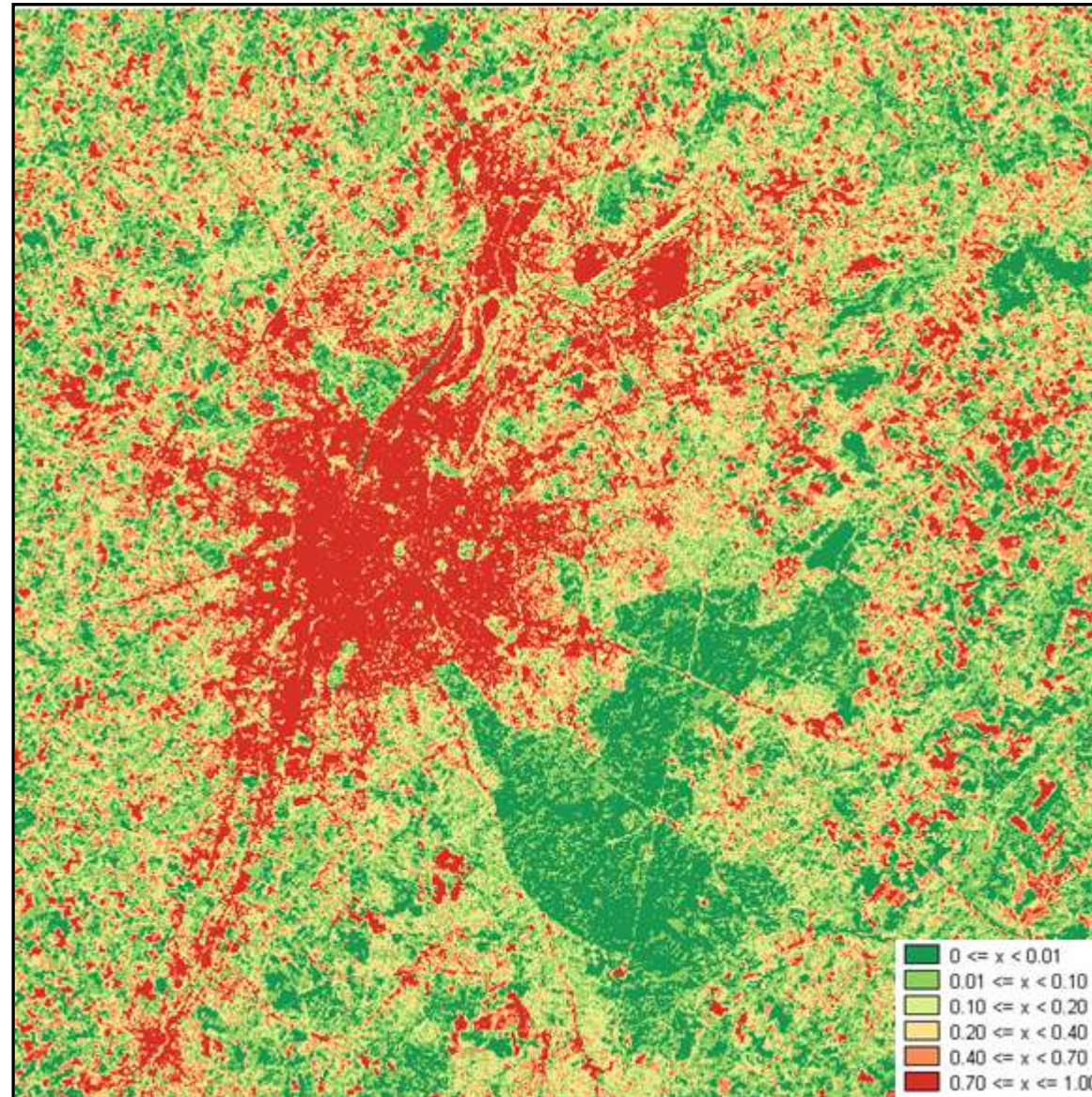
UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1972-2002

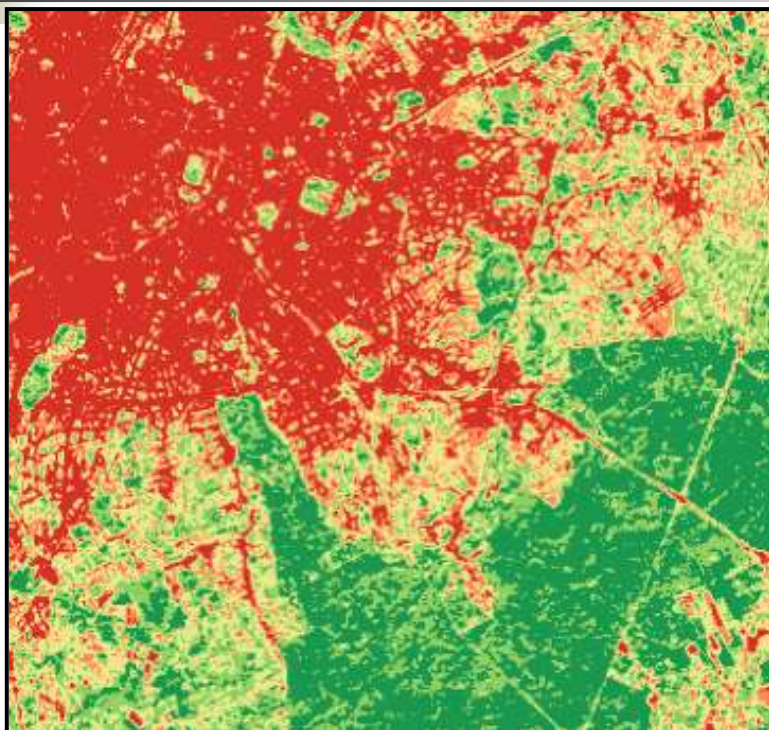


Centre for Cartography and GIS





# Comparaison : classification *soft* de l'image HR – classification de l'image de référence THR

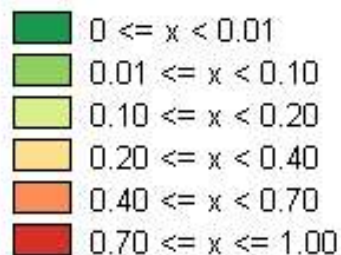


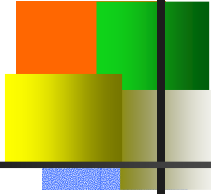
Landsat, 30 m  
(proportion estimées)



Ikonos rééchantillonnée à 30m  
(proportions de référence)

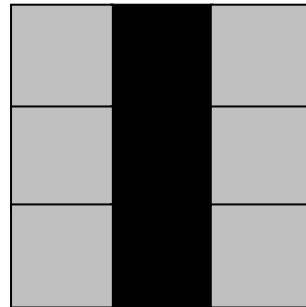
*Erreur*  $\approx 10\%$



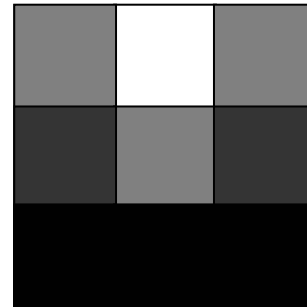


# Principe du *sub-pixel sharpening*

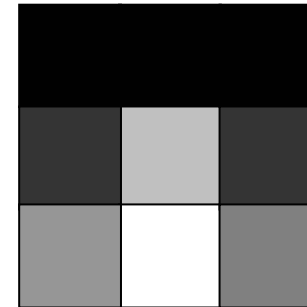
## *Soft classification*



Imperméable



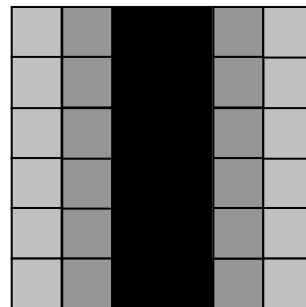
Sol nu



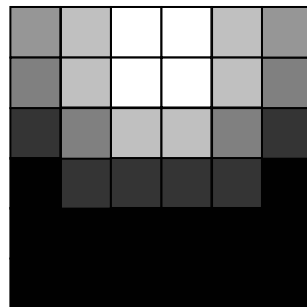
Végétation



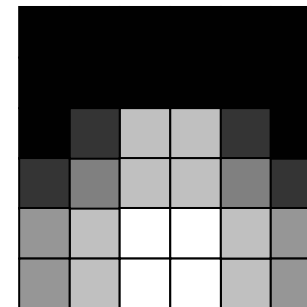
## *Sub-pixel sharpening*



Imperméable



Sol nu



Végétation





# Comparaison: *Sub-pixel classification* - *Sub-pixel sharpening* - référence



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

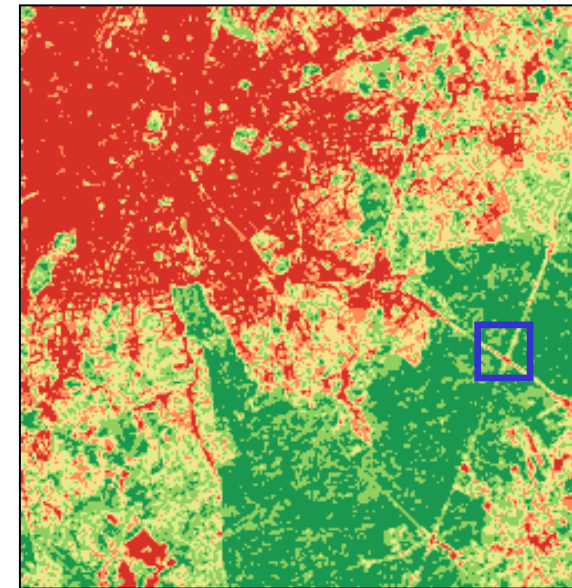
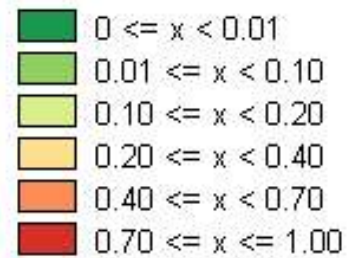
UI  
LB  
1 6 7 2 3



Centre for Cartography and GIS

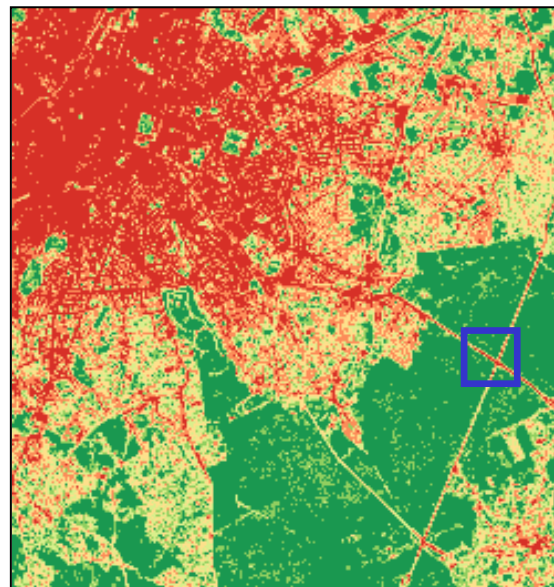


Landsat, 30m  
(proportion estimées)

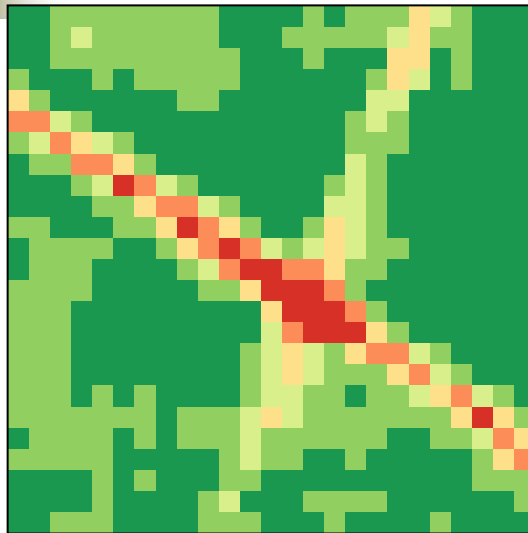


Landsat, 15m  
(proportions estimées)

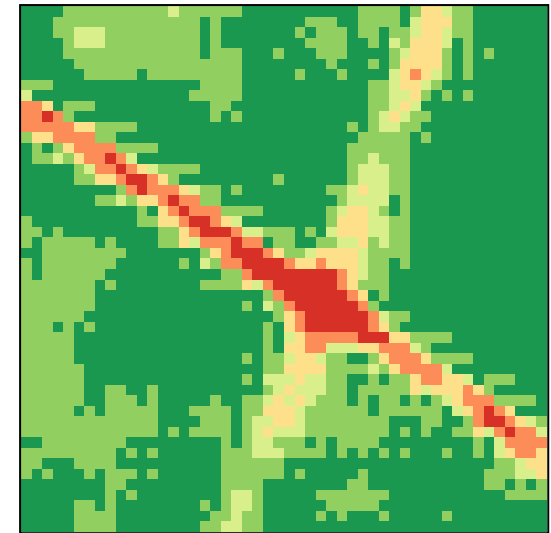
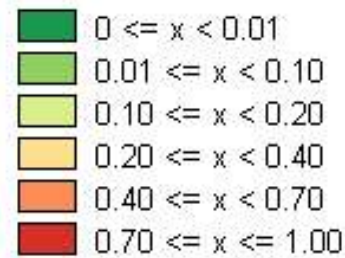
Ikonos, 15m  
(référence)



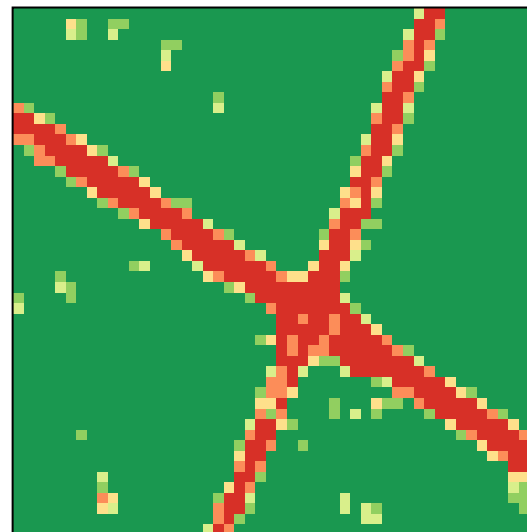
# Comparaison: *Sub-pixel classification - Sub-pixel sharpening - référence*



Landsat, 30m



Landsat, 15m



Ikonos, 15m



## Plan de l'exposé

- *Introduction – Que sont les surfaces imperméables ?*
- *Comment cartographier les surfaces imperméables ?*
  - *Cartographie de la couverture du sol par classification d'images à Très Haute Résolution (THR)*
  - *Classification multi-résolution*
- **Applications possibles**
- *Questions*



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UILB  
1972-2002



Centre for Cartography and GIS



## Applications possibles



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

ULB  
LIÈGE



Centre for Cartography and GIS



- Cartes détaillées à l'échelle des parcelles
- Variabilité spatiale de l'imperméabilité du sol à l'échelle régionale
- Variabilité temporelle de l'imperméabilité
- Cartographie de la croissance urbaine
- Extraction de statistiques
- Modélisation hydrologique





# BRUXELLES

Bassin versant  
de la  
Woluwe

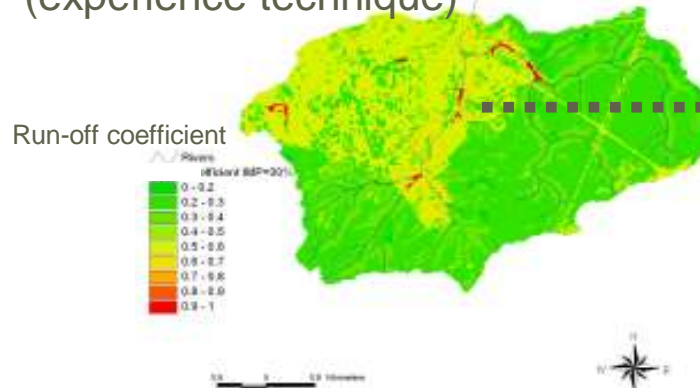
En collaboration avec le:  
*Department of Hydrology and  
Hydraulic Engineering, Vrije  
Universiteit Brussel*

- Surface de la partie amont du bassin versant: 30 km<sup>2</sup>
- Interval temporel: 1 heure
- Résolution spatiale: 30m

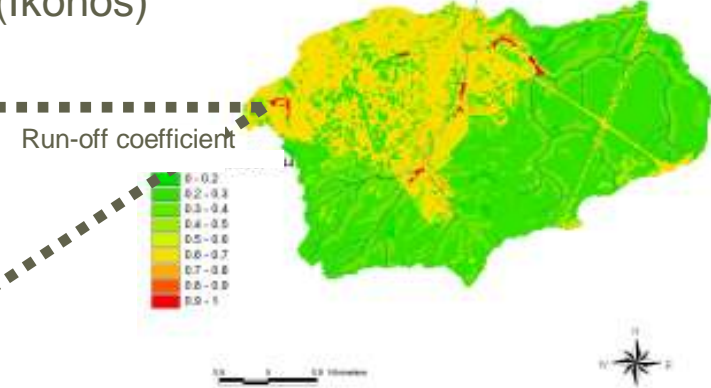


# Différents scénarii d'utilisation du sol pour modéliser le ruissellement

1: Une classe urbaine  
Imperméabilité moyenne = 30%  
(expérience technique)



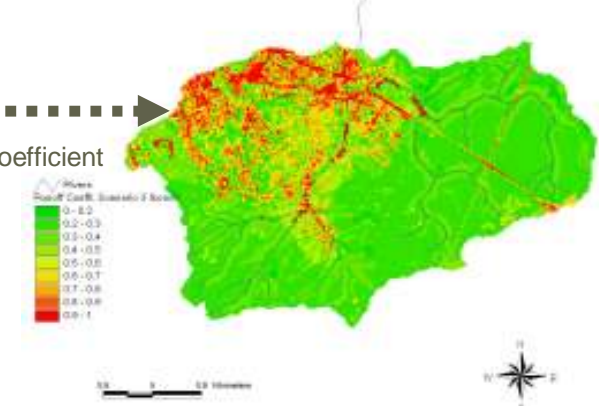
2: Une classe urbaine  
Imperméabilité moyenne = 44%  
(Ikonos)



Run-off coefficient



Run-off coefficient



3: Plusieurs classes urbaines  
Imperméabilité moyenne par classe  
calculée à l'aide de données Ikonos

4: Imperméabilité pour chaque  
cellule urbaine dérivée des données  
Ikonos (scénario spatialement  
distribué)



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

Geography  
DEPARTMENT

UCLB  
1979

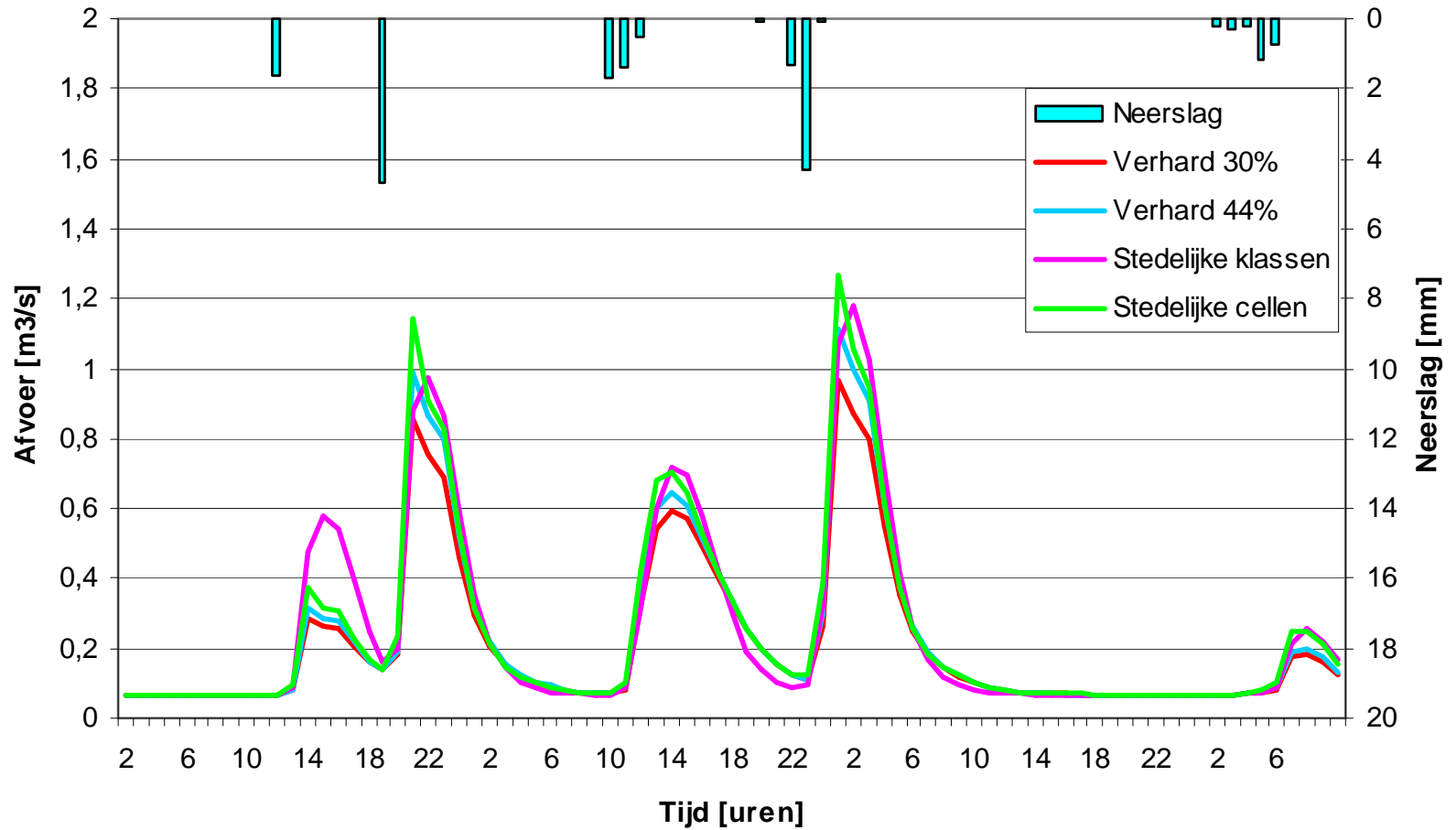


Centre for Cartography and GIS

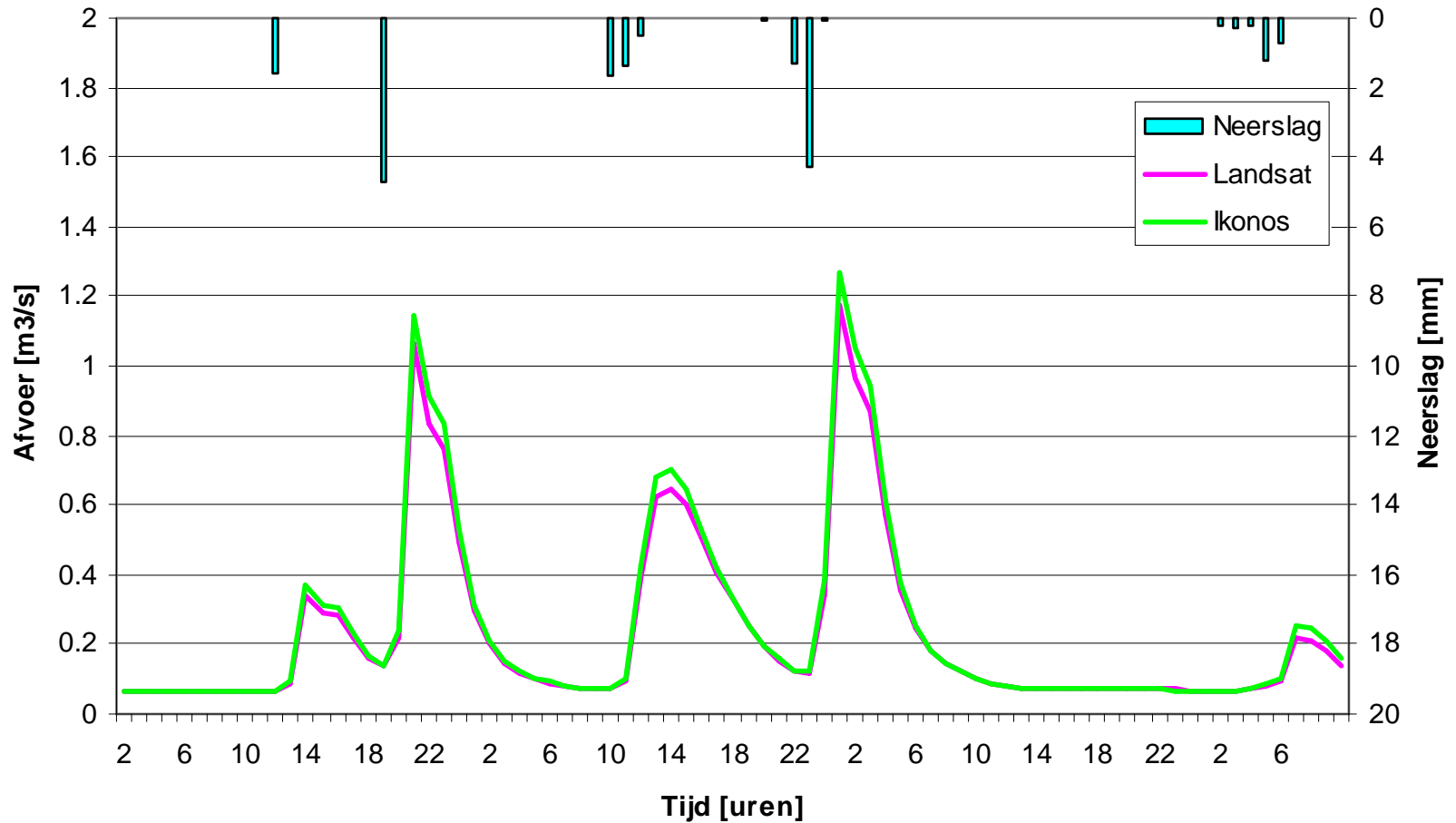




# Hydrogrammes à l'exutoire du bassin versant pour les 4 scénarii



# Hydrogrammes à l'exutoire du bassin versant pour les scénarii spatialement distribués Ikonos et Landsat





## Plan de l'exposé

- *Introduction – Que sont les surfaces imperméables ?*
- *Comment cartographier les surfaces imperméables ?*
  - *Cartographie de la couverture du sol par classification d'images à Très Haute Résolution (THR)*
  - *Classification multi-résolution*
- *Applications possibles*
- **Questions**



SURFACES



UNIVERSITÉ  
DE LIÈGE

