

Colloque

Micropolluants et eaux pluviales en ville :
vers des solutions efficaces?

20 MAI 2019



DIAGNOSTIC A L'ECHELLE DE L'AGGLOMERATION

Cartographie du potentiel polluant

F. Rodriguez (IFSTTAR GERS/LEE)

K Auffret & M Delamain (IFSTTAR), E Bocher & G Petit (UBS Vannes)



Objectifs et principes: développement d'une méthode automatique basée sur l'analyse des données géographiques à l'aide du logiciel OrbisGIS

- MNT
- Réseau d'eaux pluviales
- Inventaire des ouvrages

Détermination automatique des zones contributives des ouvrages par la méthode du « stream-burning »

Zones contributives



Données relatives à l'occupation du sol et aux usages

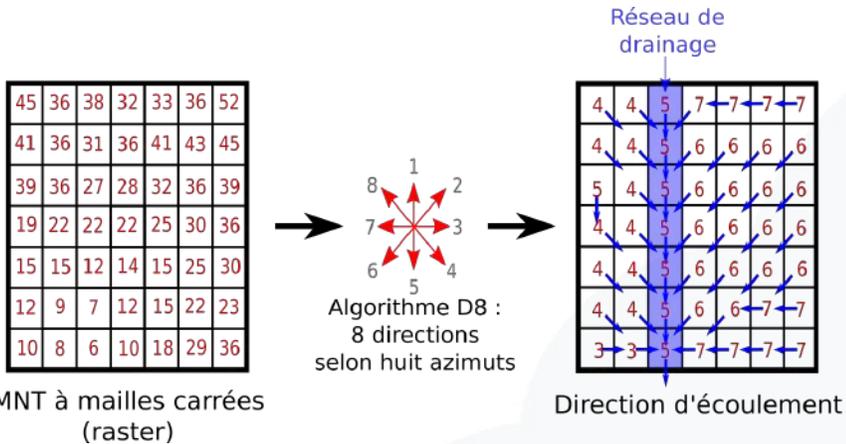
Flux de polluants de surfaces urbaines déterminés dans des travaux antérieurs

Caractérisation de la pollution et estimation de l'apport de polluants annuel

Estimation *a priori* des sources de pollution

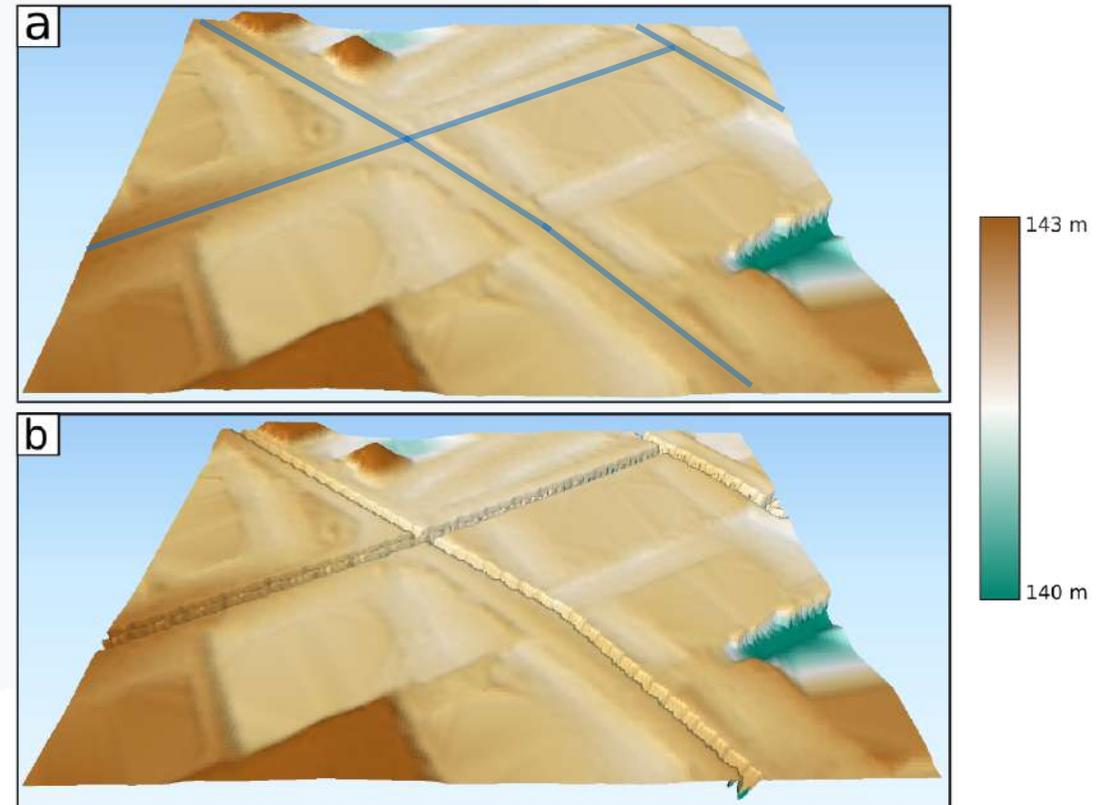


Détermination des zones contributives



- Calcul des bassins versants → Méthode D8
 - Calcul des directions d'écoulement
 - Extraction du réseau de drainage

- Ouvrages alimentés par le réseau d'eaux pluviales
→ **Objectif** : prendre en compte l'écoulement dans le réseau d'eaux pluviales
- Méthode du « stream-burning » : incrustation du réseau d'eaux pluviales dans le MNT (+ réseau unitaire)



Estimation des sources de pollution

Objectifs et principes:

- MNT
- Réseau d'eaux pluviales
- Inventaire des ouvrages

Détermination automatique des zones contributives des ouvrages par la méthode du « stream-burning »



Données relatives à l'occupation du sol et aux usages

Flux de polluants de surfaces urbaines déterminés dans des travaux antérieurs

Caractérisation de la pollution et estimation de l'apport de polluants annuel

Estimation *a priori* des sources de pollution

Éléments méthodologiques

- une estimation "absolue" de la pollution à partir de données géographiques n'est pas possible...

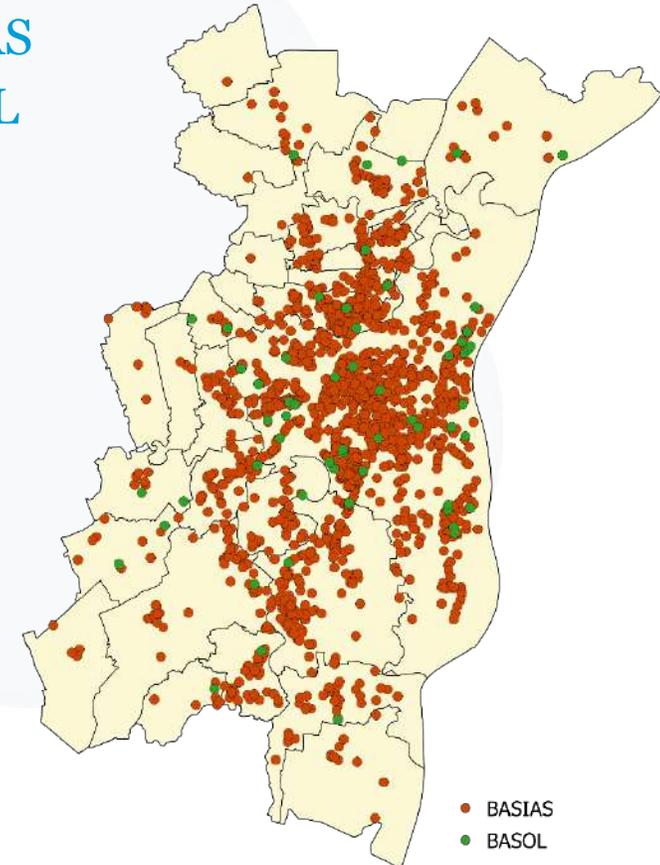
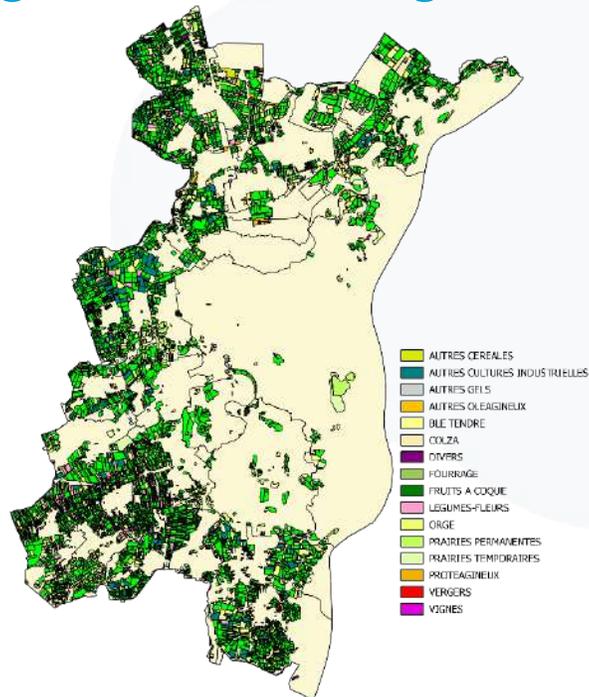
Estimation *a priori* des sources de pollution

```
graph TD; A[Estimation a priori des sources de pollution] --> B[Caractérisation de la pollution]; A --> C[Estimation de l'apport de polluants annuel]; B --> B1[→ Indices de pollution]; B --> B2[→ Comparaison du niveau de pollution entre les ouvrages]; C --> C1[→ À partir de flux de polluants de surfaces urbaines (flux unitaire)]; D[Précaution à prendre vis-à-vis des résultats issus de la méthode] --> D1[→ Résultats non absolus mais indicatifs];
```

- Caractérisation de la pollution
 - Indices de pollution
 - Comparaison du niveau de pollution entre les ouvrages
- Estimation de l'apport de polluants annuel
 - À partir de flux de polluants de surfaces urbaines (flux unitaire)
- Précaution à prendre vis-à-vis des résultats issus de la méthode
 - Résultats non absolus mais indicatifs

Données géographiques disponibles

- Données **vectérielles** (hors traitement images télédétection ou photo aériennes)
- Données relatives à l'occupation du sol
 - Emprise de la voirie
 - Bâti
 - Registre Parcellaire agricole
- Données relatives à l'activité industrielle
 - BASIAS
 - BASOL



Caractérisation de la pollution

- Définition d'indices pour qualifier la pollution dans les ouvrages

Caractérisation de la pollution des ouvrages		
Occupation du sol	Sites et sols pollués	
Indices (I_V, I_B, I_{Sa})	Nombre de sites (n)	Indices (I_{BA}, I_{BO})
1 à 5 - fonction linéaire de la surface considérée (voirie, bâti, agri)	$n \leq 2$	1
	$3 \leq n \leq 5$	2
	$n \geq 6$	3

- Pondération des indices et définition d'un indice total de pollution

$$I_P = 2(I_V + I_B) + I_{Sa} + I_{BA} + I_{BO}$$

Estimation de l'apport annuel de polluants

- Polluants : ETM
- Flux unitaire ($\text{mg.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$) mesurés selon le type de matériaux rencontrés

	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Ardoises	0,8	2,53	3,61	4,55	11,43	2626
Tuiles	0,5	2,27	4	1,29	67,51	659,8
Terrasses en bitume	0,5	2,8	5,39	1,7	94,84	244,9
Voirie	0,29	2,44	13,79	5,20	7,11	155,44

Zn = polluant inorganique majoritaire

source : Lamprea, 2009, sur un site urbain résidentiel (Nantes, Pin sec)

Estimation de l'apport annuel de polluants

- Flux unitaire ($\text{mg.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$) mesurés selon le type de matériaux rencontré

$$F = \sum_i f_i S_i$$

- Avec :

F : flux massique annuel d'un polluant (mg.an^{-1})

f_i : flux d'un polluant pour un type de surface urbaine ($\text{mg.m}^{-2}.\text{an}^{-1}$)

S_i : superficie du type de surface urbaine concernée (m^2)

i : type de surface

Résultats

- MNT
- Réseau d'eaux pluviales
- Inventaire des ouvrages

Détermination automatique des zones contributives des ouvrages par la méthode du « stream-burning »

Zones contributives



Données relatives à l'occupation du sol et aux usages

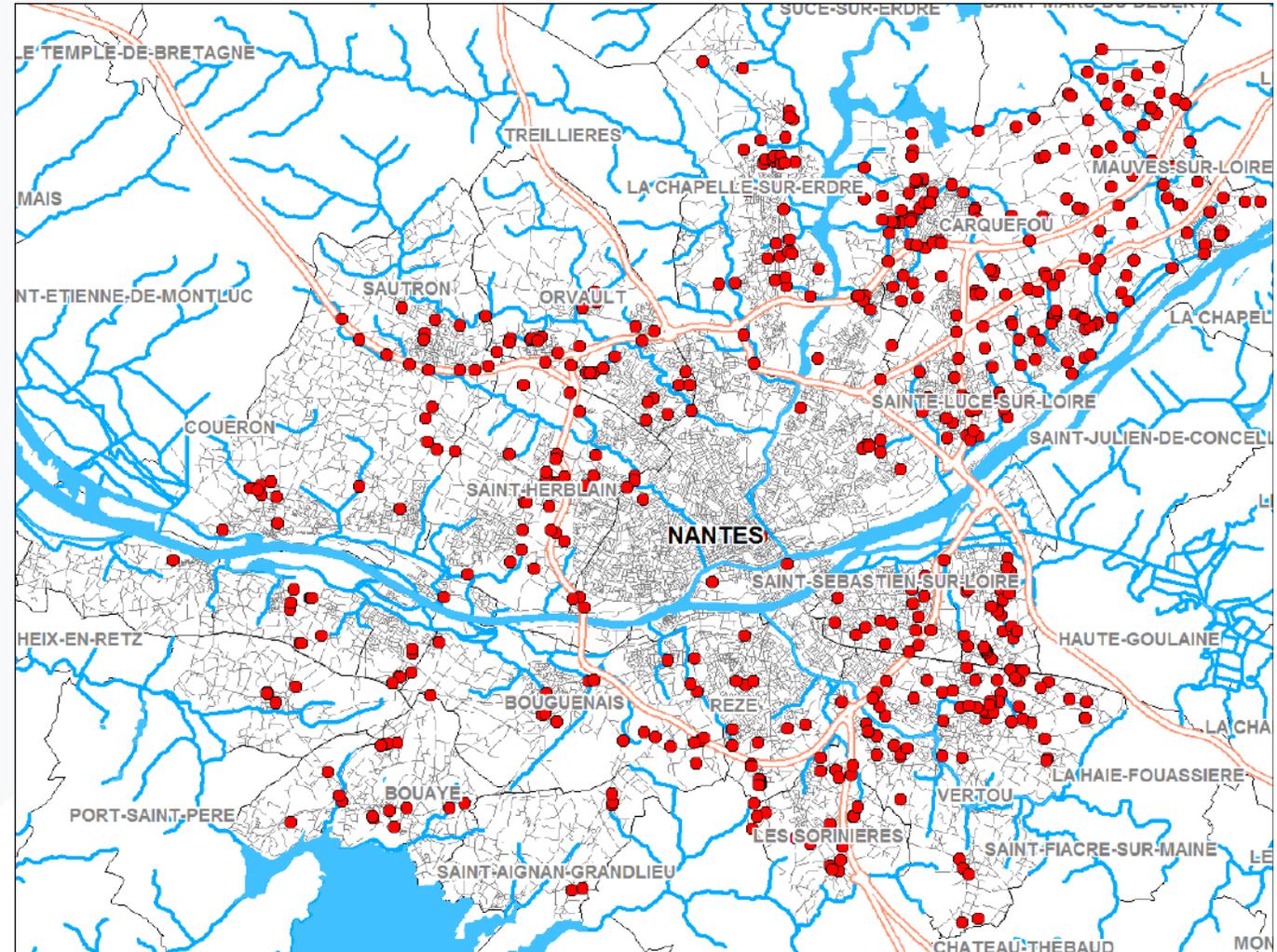
Flux de polluants de surfaces urbaines déterminés dans des travaux antérieurs

Caractérisation de la pollution et estimation de l'apport de polluants annuel

Estimation *a priori* des sources de pollution

Résultats : Zones contributives

- Application de la méthode sur les ouvrages recensés
- 638 ouvrages (dont 543 géolocalisés) (principalement bassins de rétention)

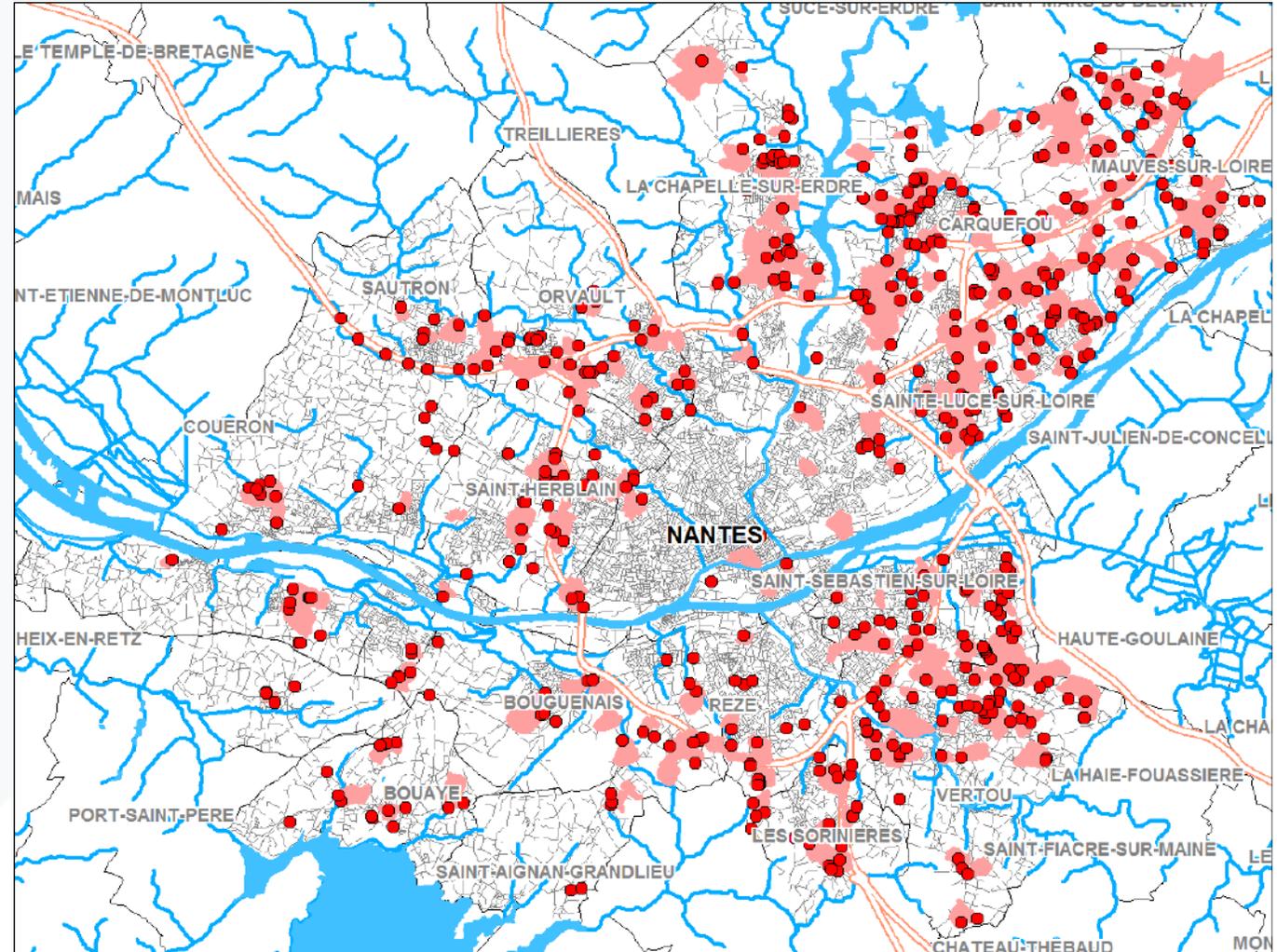


Résultats : Zones contributives

- Application de la méthode sur les ouvrages recensés
- 70% de zones contributives détectées

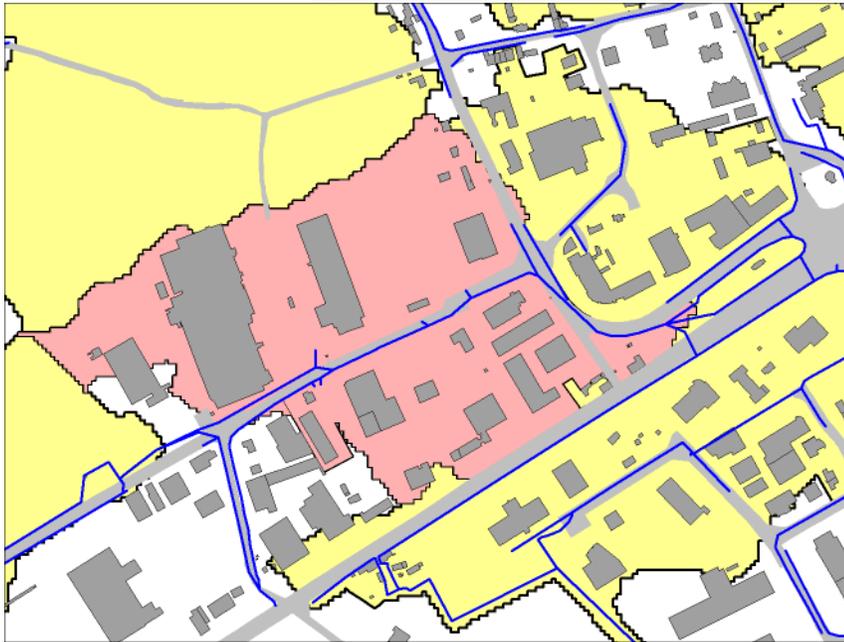
Limites:

- Données réseau (ouvrages amont)
- Positionnement de l'ouvrage % talweg
- Imbrication/superposition d'ouvrages proches

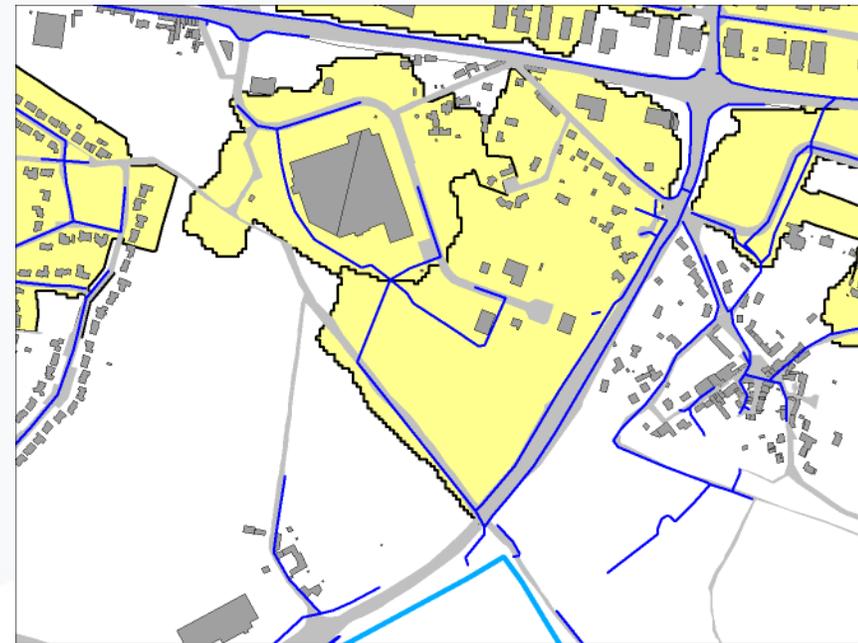


Résultats : Zones contributives

- Application de la méthode sur les ouvrages recensés
- Critère de satisfaction : intégration complète du réseau EP associé à chaque bassin
- Besoin de confronter avec les experts « terrain »



Bassin Agena, Carquefou



Bassin La Ville au Blanc, Vertou

- MNT
- Réseau d'eaux pluviales
- Inventaire des ouvrages

Détermination automatique des zones contributives des ouvrages par la méthode du « stream-burning »



Données relatives à l'occupation du sol et aux usages

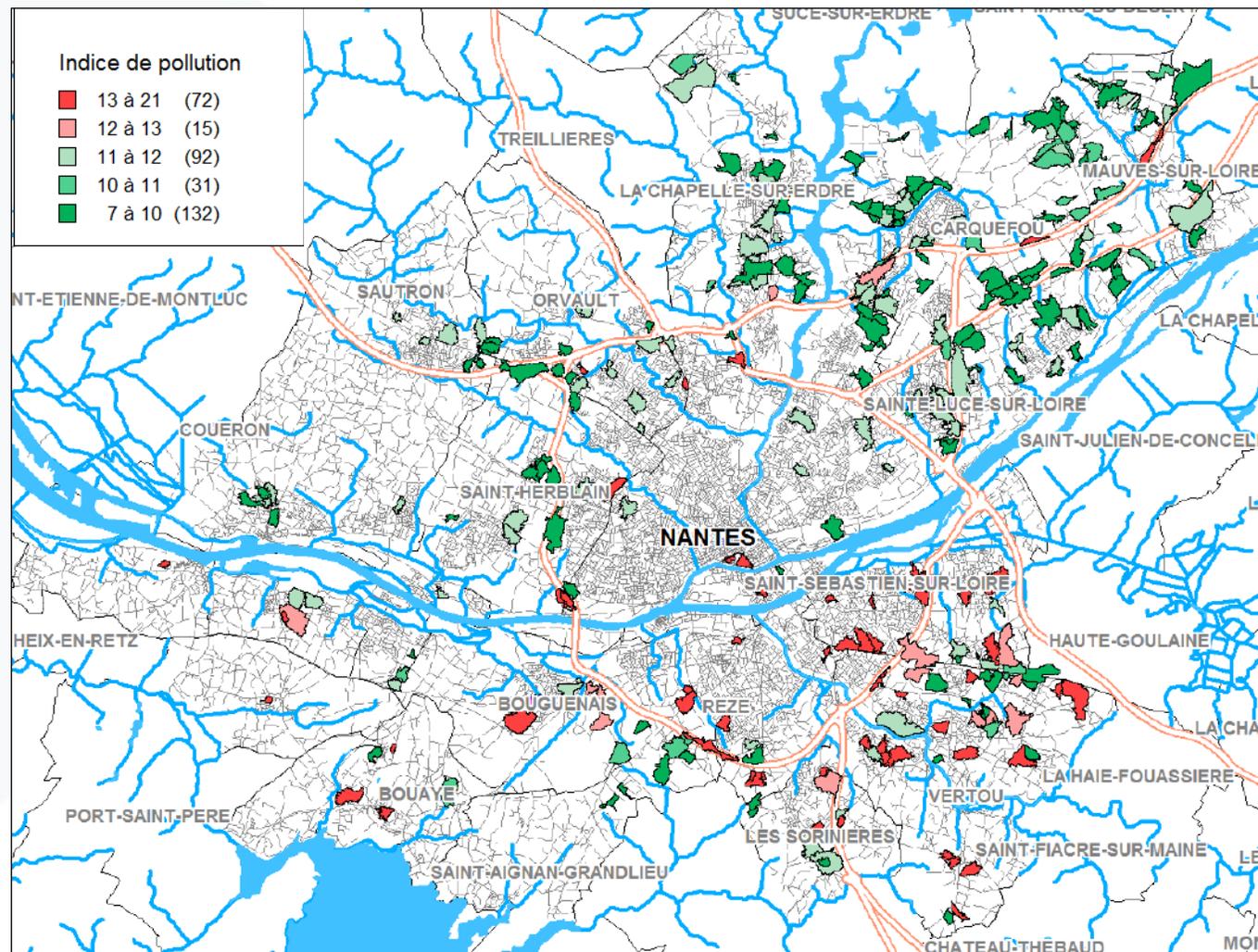
Flux de polluants de surfaces urbaines déterminés dans des travaux antérieurs

Caractérisation de la pollution et estimation de l'apport de polluants annuel

Estimation *a priori* des sources de pollution

Résultats : Estimation des sources de pollution

- Analyse thématique
- Bassins « faiblement pollués »
→ zones rurale/ résidentielle
- Bassins « fortement pollués »
→ zones industrielles ou à proximité de voiries



Confrontation à la pollution in situ?

- Caractérisation de la pollution dans les sédiments des ouvrages
- Sélection d'ouvrages (bassins de rétention + bassins d'infiltration), prélèvements dans les sédiments ou la couche de surface [0-4cm]
- Analyse des échantillons au laboratoire

Confrontation à la pollution in situ?

Nom	Surface (ha)	%voi	%bat	%agri	Indice pollution
<i>Agena</i>	18.5	0.08	0.01	0.02	7
<i>Baudinière</i>	9.1	0.07	0.02		7
<i>Vertonne</i>	22.9	0.09	0.01		9
<i>La ville au Blanc</i>	24.4	0.1	0.02		9
<i>Le Mortier</i>	28.3	0.03	0.01	0.63	10
<i>Scott Atlantique</i>	14.1	0.14	0.03		11
<i>ZAC de la Brosse</i>	18	0.17		0.4	13
<i>Pierre Anne</i>	22.9	0.41	0.01	0.19	16

		As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Normes ¹		25 à 55	9 à 240	90 à 380	36 à 190	35 à 210	85 à 530	140 à 720
<i>Agena</i>	Entrée	25	37		78			359
<i>Baudinière</i>	Entrée		19					
<i>Vertonne</i>	Entrée		52					
<i>La ville au Blanc</i>	Entrée	216	32					
<i>Le Mortier</i>	Entrée	38	40			44		
<i>Scott Atlantique</i>	Entrée 1	797	19				124	
	Entrée 1bis	73	45		134		497	554
	Entrée 2	128	33					243
<i>ZAC de la Brosse</i>	Entrée	79	39		200	47	100	526
<i>Pierre Anne</i>	Entrée 1		23					
	Entrée 2		31					

Comparaison des teneurs en métaux mesurées dans les sols/sédiments des ouvrages avec les normes réglementaires (mg.kg⁻¹). Vert : correct ; Orange : léger dépassement ; Rouge : fort dépassement



Conclusion et perspectives

- Création d'un outil automatique / SIG
 - Délimitation des zones contributives
 - Estimation *a priori* des sources de pollution

Test sur Nantes (projet Matriochkas) et sur Strasbourg (projet GIEMU)

- Estimation des sources de pollution
 - Besoin d'une topo fine -> Utilisation d'un MNT plus fin (Lidar?)
 - Autres informations? intensité du trafic routier, types de cultures agricoles
 - Distinction des matériaux de toitures par des données de télédétection
 - Comparaison des résultats avec des analyses *in situ* : besoin de connaissances supplémentaires (*entretien : dernier curage, historique de l'accumulation de sédiments, pression hydrologique?*)

Comparaison des teneurs en métaux mesurées dans les sols/sédiments des ouvrages avec les normes réglementaires (mg.kg⁻¹). Vert : correct ; Orange : léger dépassement ; Rouge : fort dépassement.

Nom	Surface (ha)	%voi	%bat	%agri	Indice_pollution
Agena	18.5	0.08	0.01	0.02	7
Baudinière	9.1	0.07	0.02		7
Vertonne	22.9	0.09	0.01		9
La ville au Blanc	24.4	0.1	0.02		9
Le Mortier	28.3	0.03	0.01	0.63	10
Scott Atlantique	14.1	0.14	0.03		11
ZAC de la Brosse	18	0.17		0.4	13
Pierre Anne	22.9	0.41	0.01	0.19	16

		As	Co	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
Normes ¹		25 à 55	9 à 240	90 à 380	36 à 190	35 à 210	85 à 530	140 à 720
Agena	Entrée	25	37		78			359
	Milieu	37	30		69			344
	Sortie	96	25					152
Baudinière	Entrée		19					
	Milieu		12					
	Sortie		21					
Vertonne	Entrée		52					
	Milieu	61	34		46		85	183
	Sortie		48					189
La ville au Blanc	Entrée	216	32					
Le Mortier	Entrée	38	40			44		
	Milieu		31	325	54	112		
	Sortie	26	24					
Scott Atlantique	Entrée 1	797	19				124	
	Entrée 1bis	73	45		134		497	554
	Entrée 2	128	33					243
	Milieu	194	10					
	Sortie	211	9					
ZAC de la Brosse	Entrée	79	39		200	47	100	526
	Milieu	204	84		224	125		1117
	Sortie	103	57		138	80		1654
Pierre Anne	Entrée 1		23					
	Entrée 2		31					

Résultats : Estimation des sources de pollution

- Flux issus de la voirie et des toitures en tuiles

Ouvrage	Surface (ha)	Situation	Flux massique de Zn (g.an ⁻¹)	Flux massique de Cu (g.an ⁻¹)	Flux massique de Pb (g.an ⁻¹)
Ville au Blanc	24,4	Près d'une route	6 636	366	456
Noue de la Brosse	17,9	Zone industrielle	4 635	411	155
Agena	18,5	Zone industrielle	4 008	200	114



Merci de votre attention