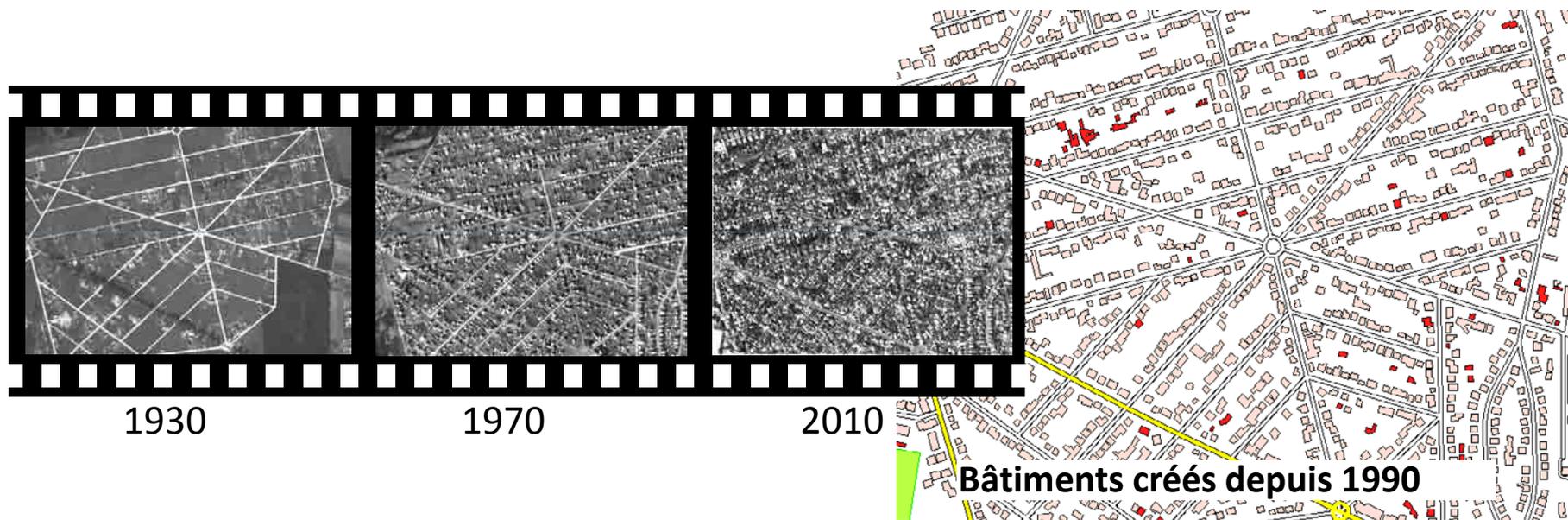


La dimension temporelle dans les SIG

Historisation des données géographiques : problématiques



patricia.bordin@ensg.eu

Laboratoire de Géomatique Appliquée
Ecole Nationale des Sciences Géographiques

patricia.bordin@ensg.eu



Ecole Nationale des Sciences Géographiques

- dédiée aux formations aux sciences et techniques de la géomatique
- sous la tutelle de l'IGN (Institut Géographique National)
- 13 cycles de formations pour les besoins de l'IGN et de la société civile
- un cycle d'ingénieur,
- 6 Masters spécialisés
- de la formation continue
- récemment, une unité de recherche : le LGA

Le LGA, Laboratoire de Géomatique Appliquée

- créé en janvier 2009
- en complémentarité avec les laboratoires existants à l'IGN
- Thème: « Géomatique et aide à la décision »

*Pourquoi
le Temps dans les SIG?*

Pourquoi le temps dans les SIG?



Méthode d'observation multi-niveau pour le suivi de phénomènes géographiques évolutifs avec un SIG

[Bordin, 2006]

(Concept de « portion de territoire »)

Objet: faciliter le suivi de phénomènes géographiques et la veille avec un SIG

Apport: augmenter les capacités des SIG à fournir des informations sous forme d'indicateurs, variées et simples à suivre dans le temps (vers des outils d'aide à la décision).

Plan

- Observations temporelles et SIG
- La dimension temporelle dans un SIG
- Vers une gestion élaborée du temps...

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Observations temporelles et SIG
 - Observation de phénomènes géographiques
 - Observation de la dimension temporelle

Observations temporelles et SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

Observation de phénomènes géographiques

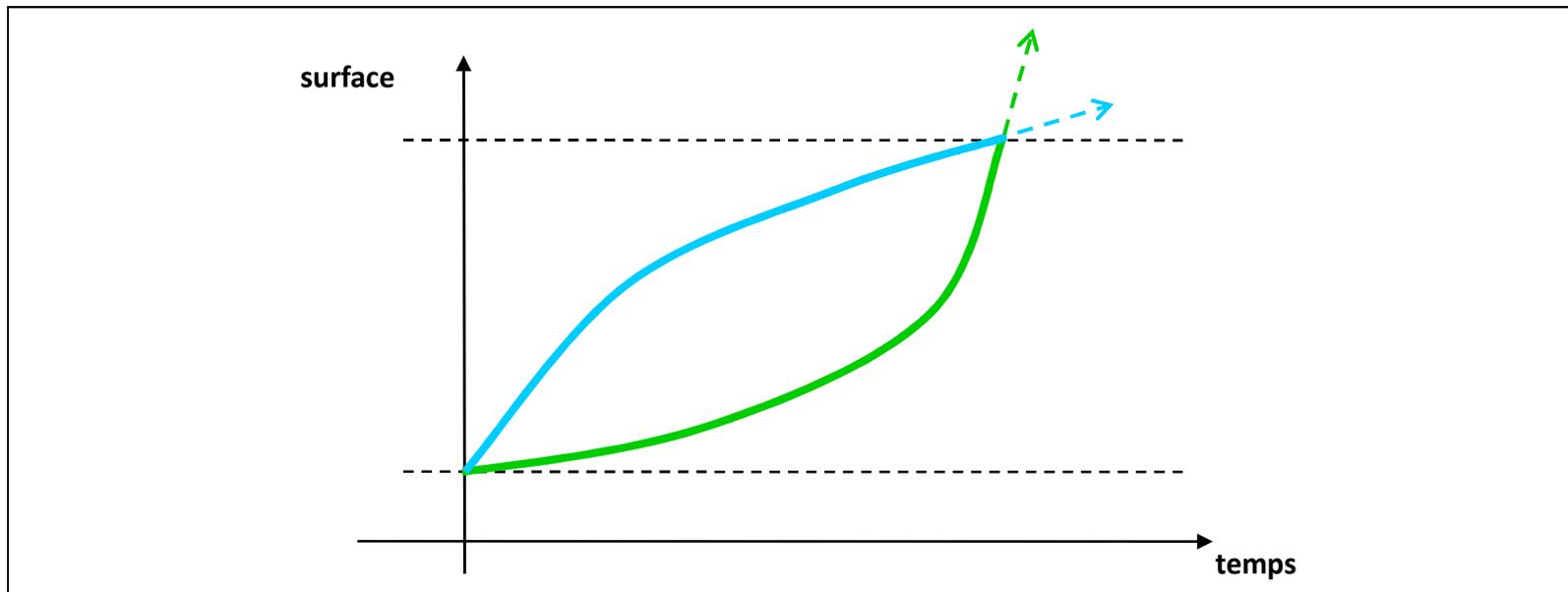
- * **Les études statiques**
- * **Les études cinématiques**
- * **Les études dynamiques**

* Les études statiques



⇒ pour observer et recenser à un instant donné les effets d'un phénomène, pour visualiser son emprise, sa localisation, sa forme, inventorier ses caractéristiques, ...

* Les études cinématiques



⇒ qui visent à reconstituer le mouvement du phénomène dans l'**espace**
... et dans le **temps**.

* Les études dynamiques

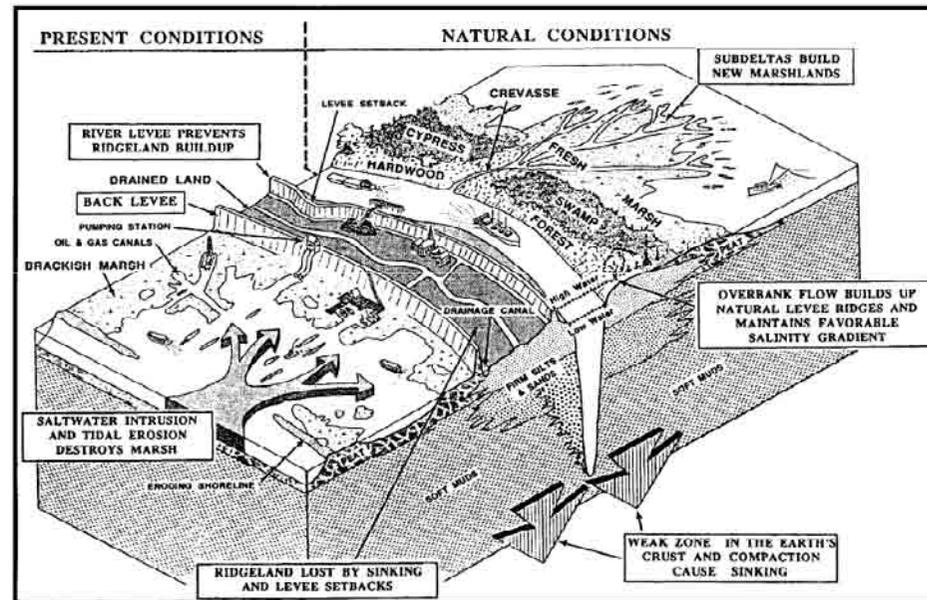


Figure 4-6. Natural and modified conditions along the Mississippi River corridor (after Gagliano 1989).

⇒ qui visent à faire le bilan des forces qui agissent et expliquent la forme et l'intensité du mouvement.

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Observations temporelles et SIG
 - Observation de phénomènes géographiques
 - Observation de la dimension temporelle

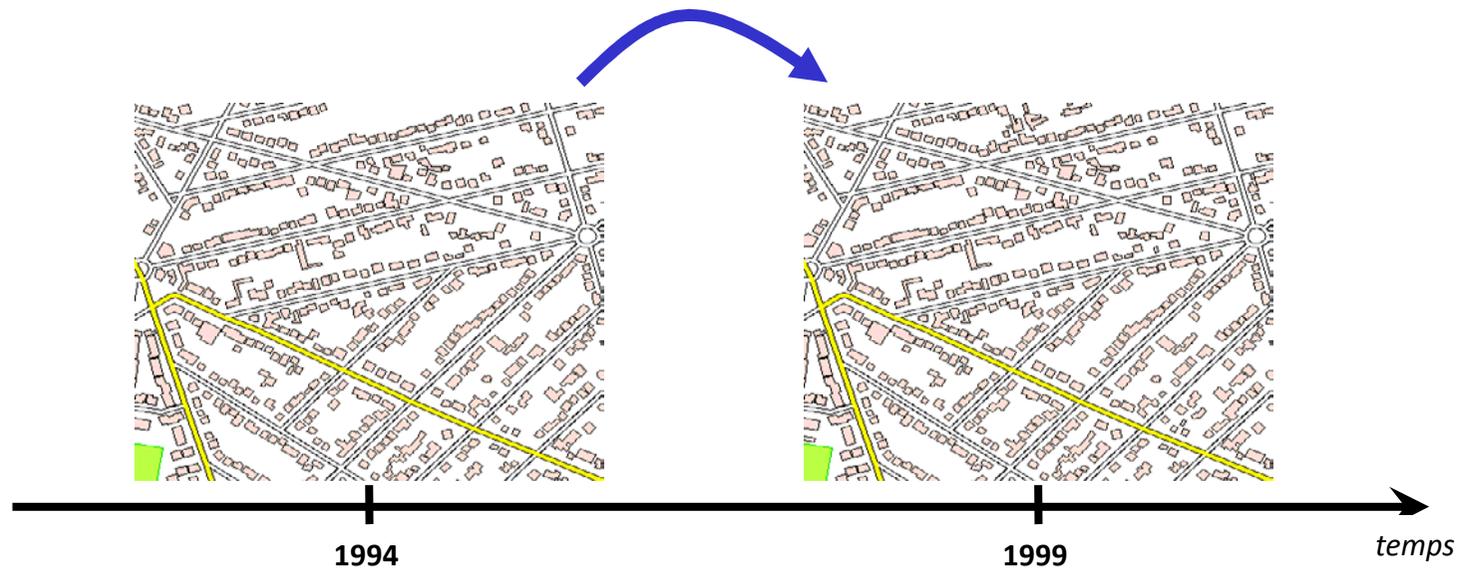
Observations temporelles et SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

Le modèle cartographique comme modèle de référence commun
Les observations temporelles à partir de *Snapshot*

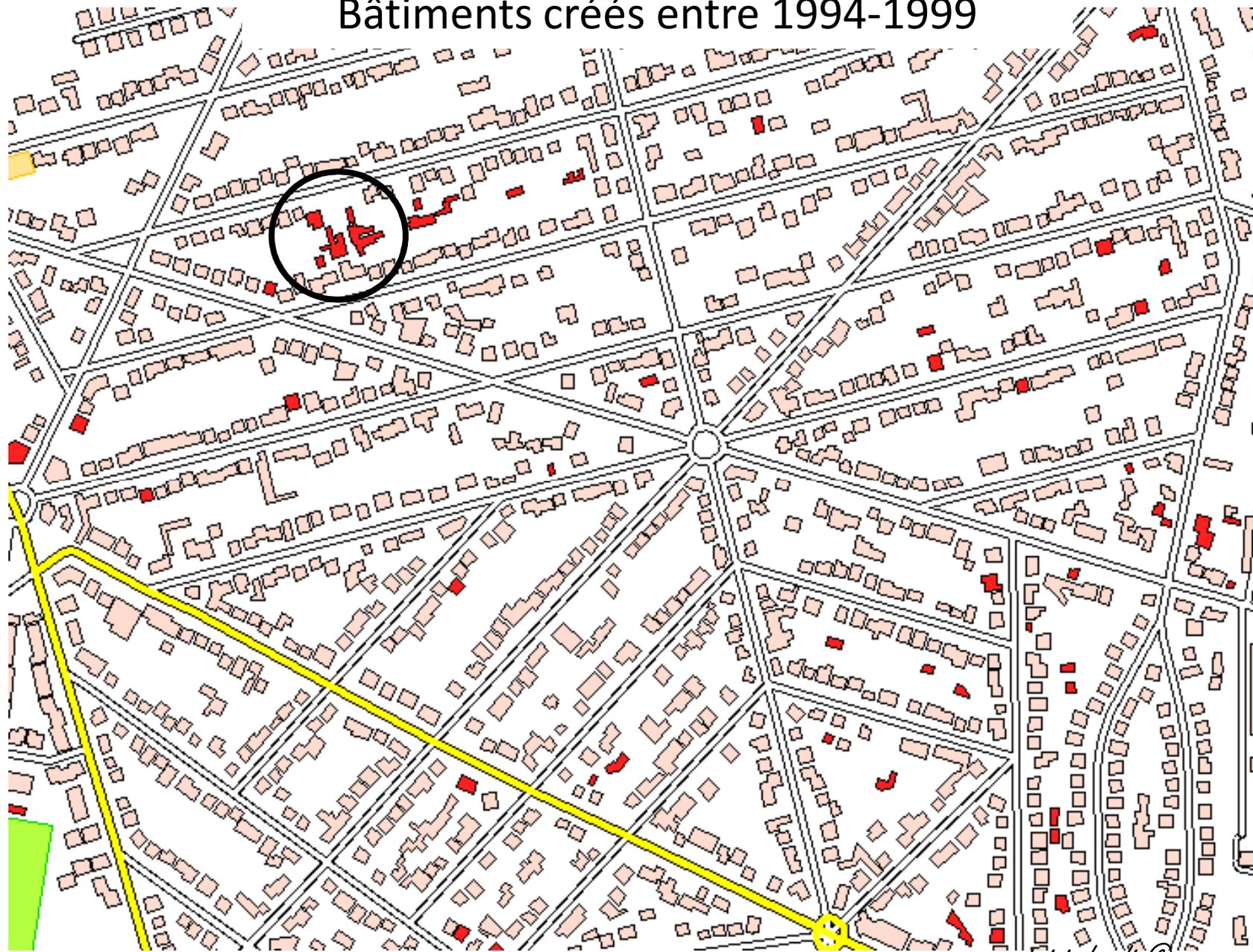
Une vision uniquement statique
Pas de lien temporel, pas d'extraction automatique des évolutions



2003



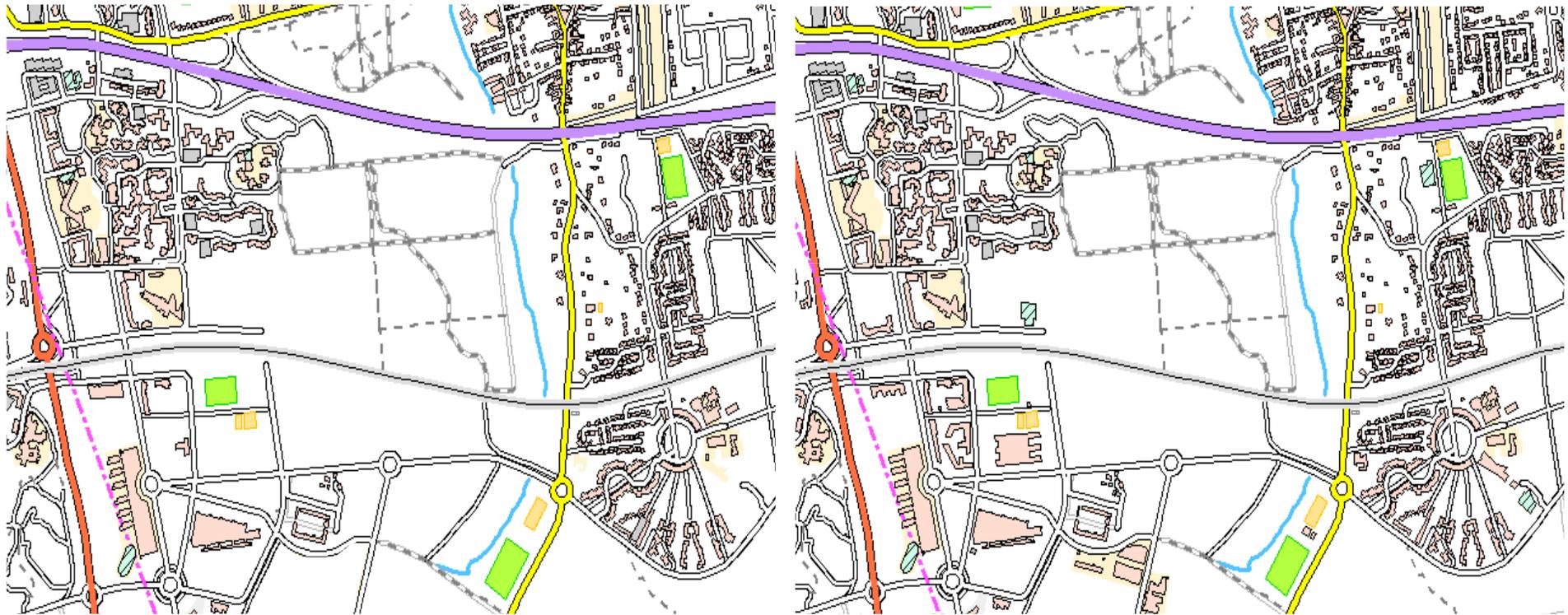
Bâtiments créés entre 1994-1999



Observations temporelles et SIG

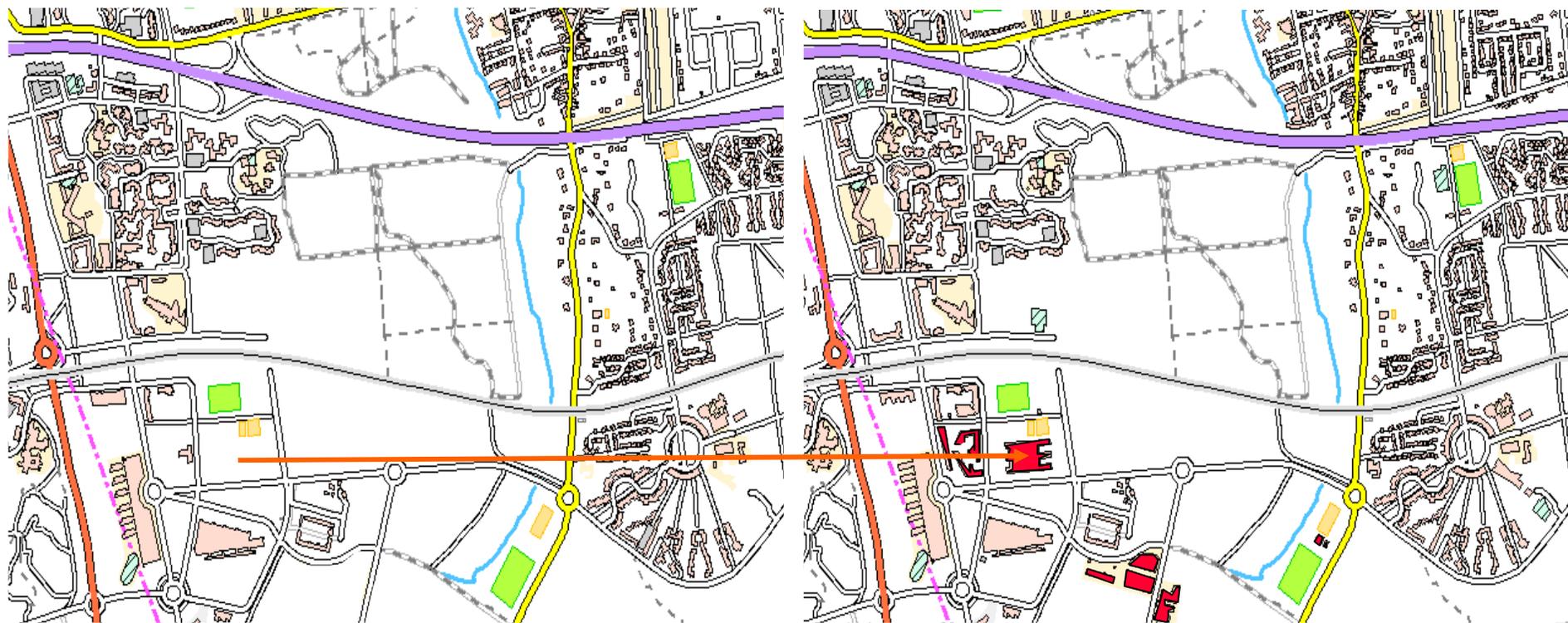


Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée



Exemple de cartes successives sur une même zone de Marne la Vallée entre en 1994 et 1999.

Observations temporelles et SIG



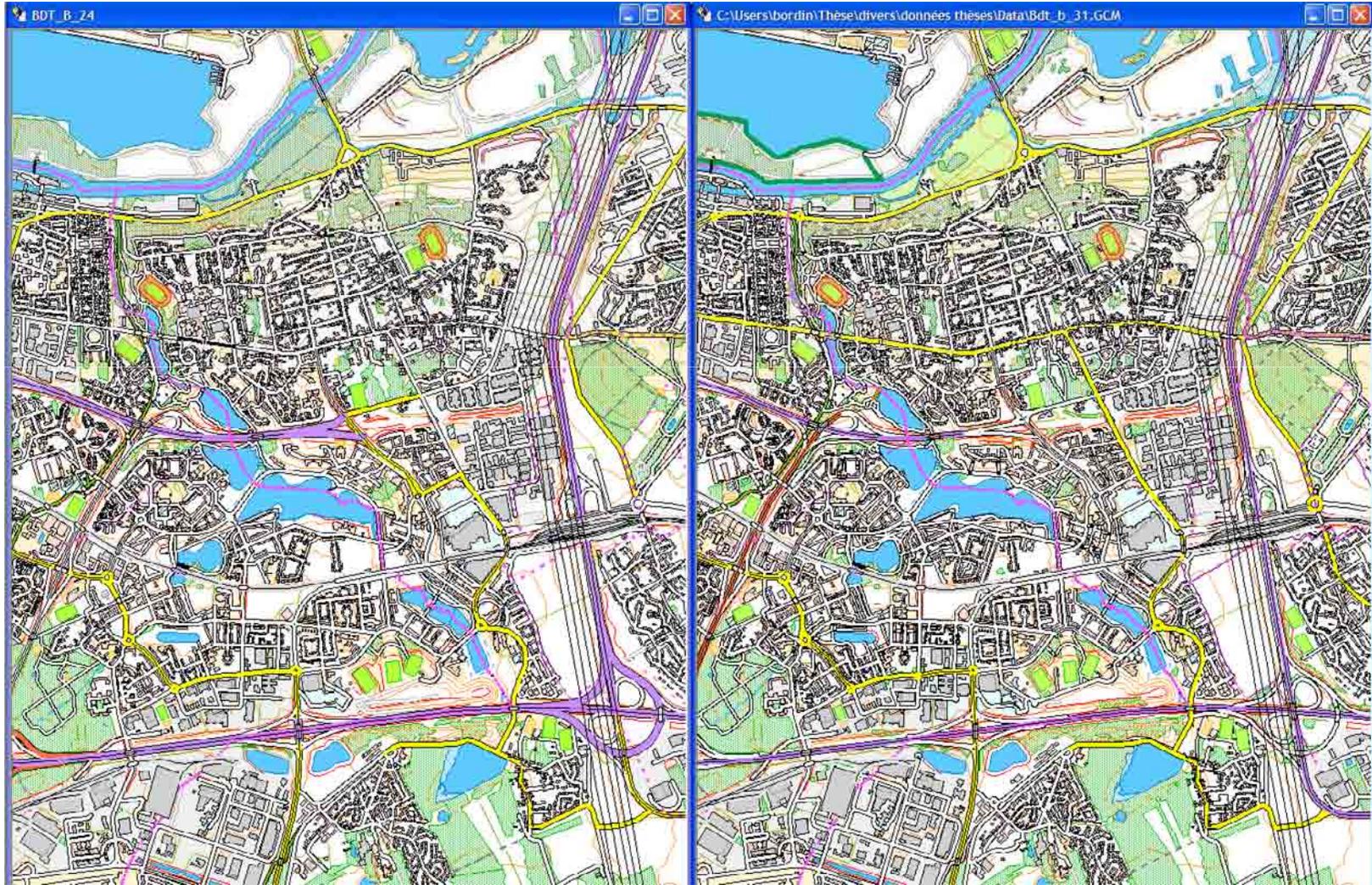
Exemple de cartes successives sur une même zone de Marne la Vallée entre en 1994 et 1999.

L'extraction des modifications (telle un « jeu des 7 erreurs ») pèse sur la systématisation et la qualité des études, et réduit les zones étudiées

Observations temporelles et SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée



Observations temporelles et SIG



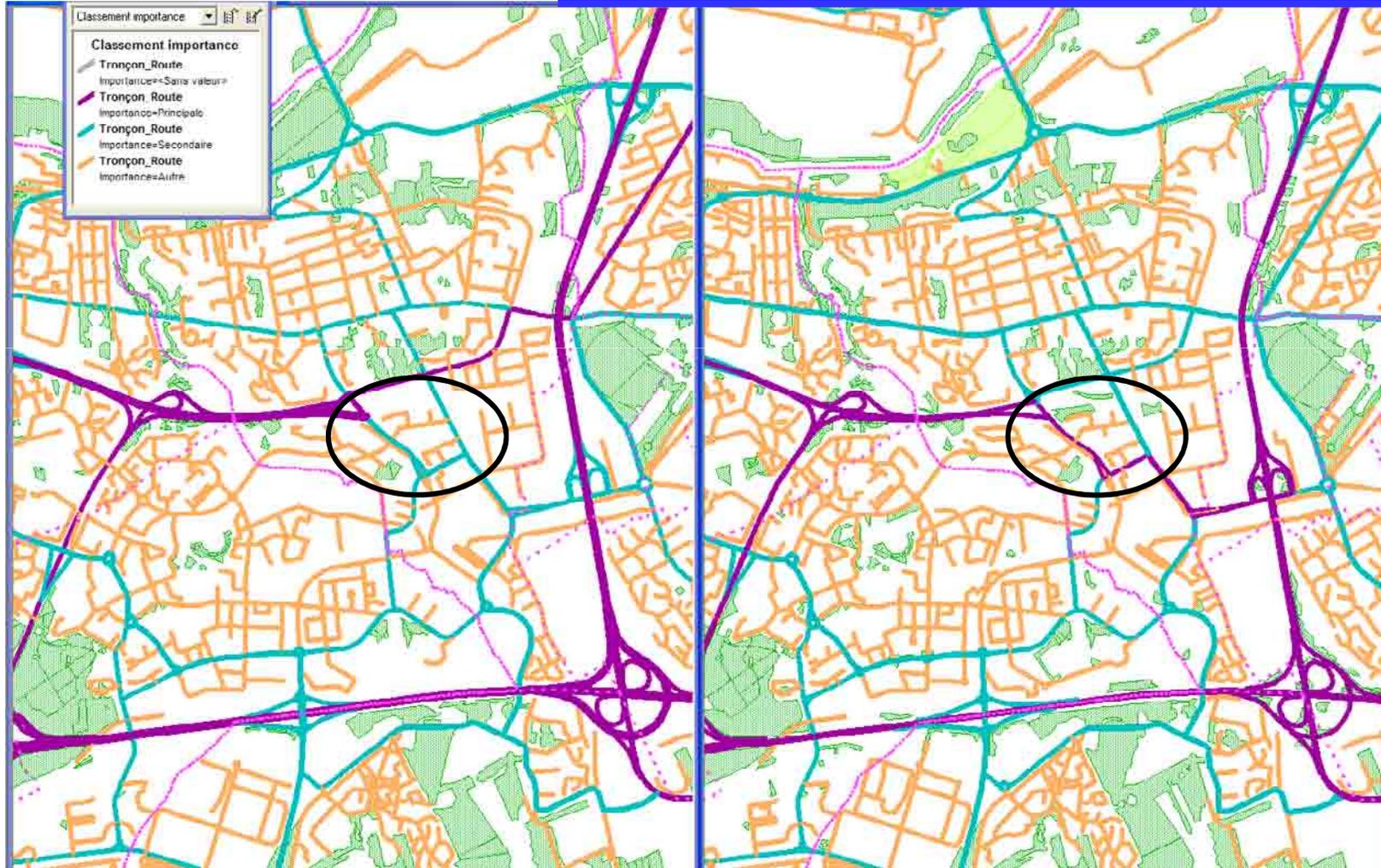
Observations temporelles et SIG



Observations temporelles et SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

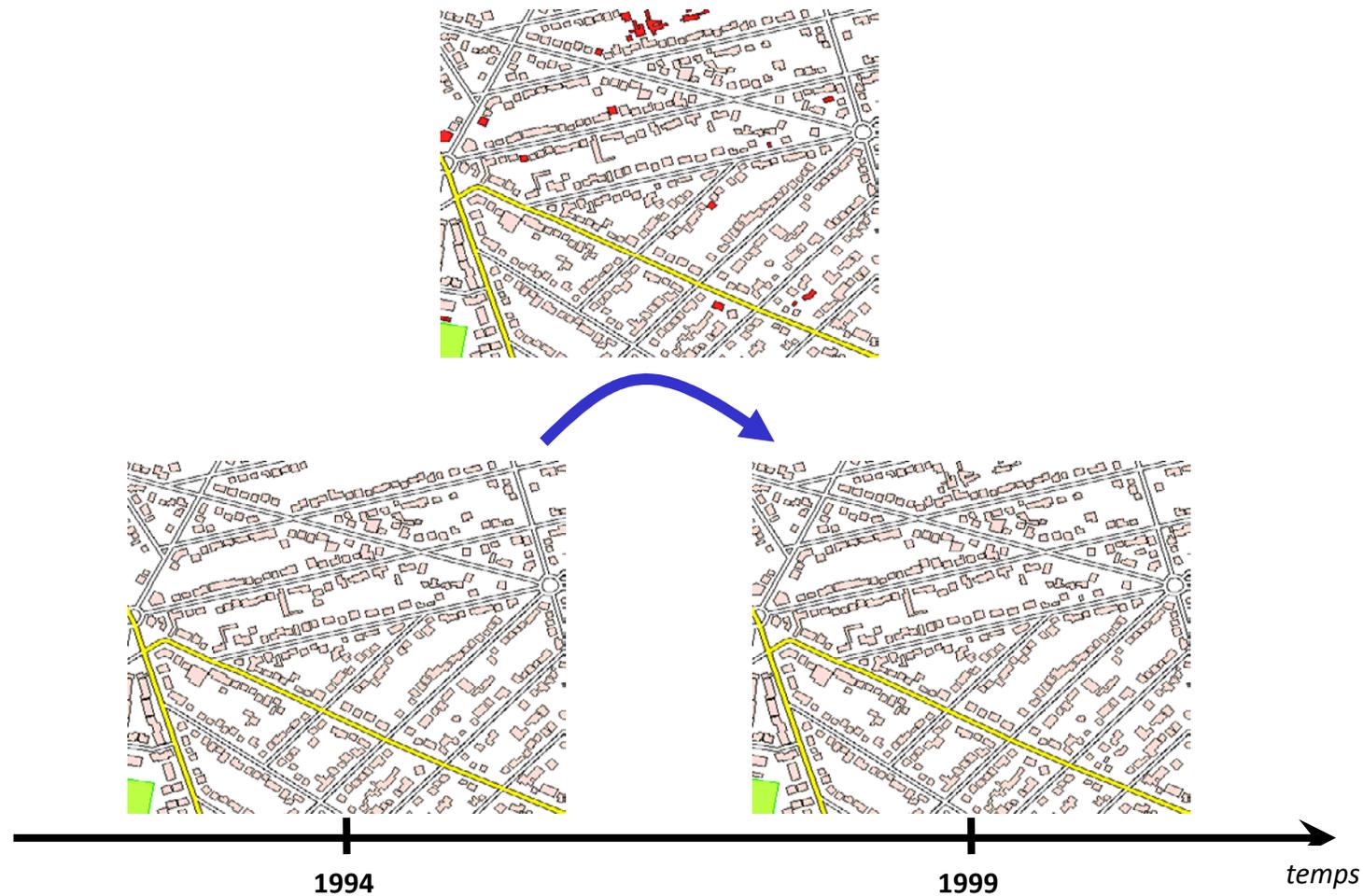


Observations temporelles et SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

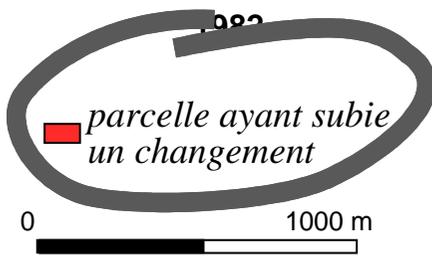
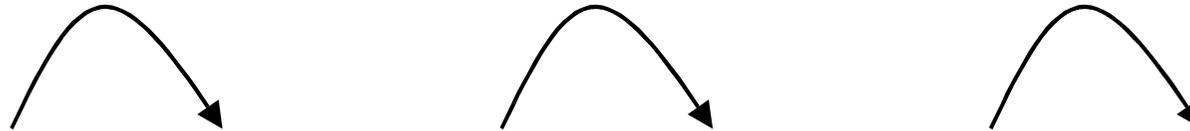
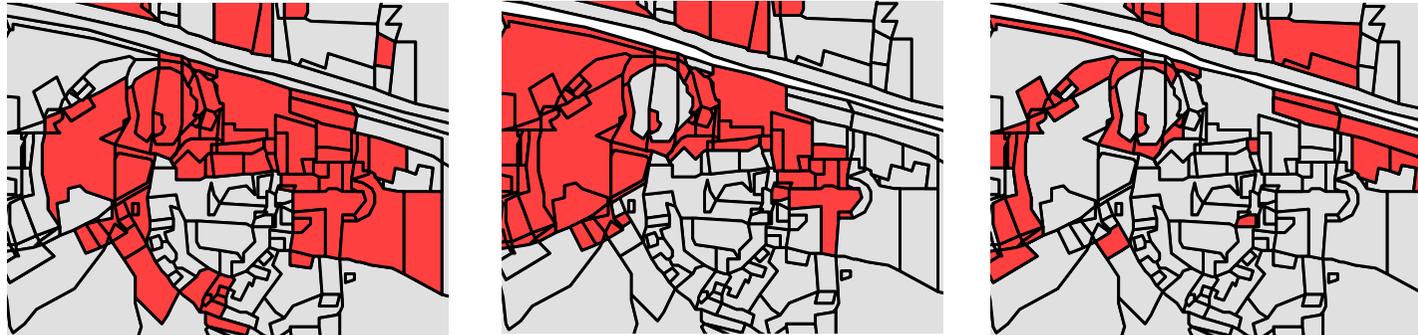
La modélisation par *Snapshot* pénalise l'observation des évolutions



*Des solutions
existent
pour observer des évolutions...*

Des solutions
méthodologiques...

Des solutions méthodologiques



- chantier
- surf. agricole en herbe
- surf. non agricole en herbe
- jardin rural
- jardin

- espace ruraux vacants
- bois
- eau fermée
- production d'eau
- terrain vacant

- zone activités
- enseignement
- habitat individuel
- habitat collectif
- habitat autre

Et des solutions *techniques*...

La dimension temporelle dans les SIG

Des solutions techniques existent pour obtenir des *évolutions*

Solutions à la conception des données

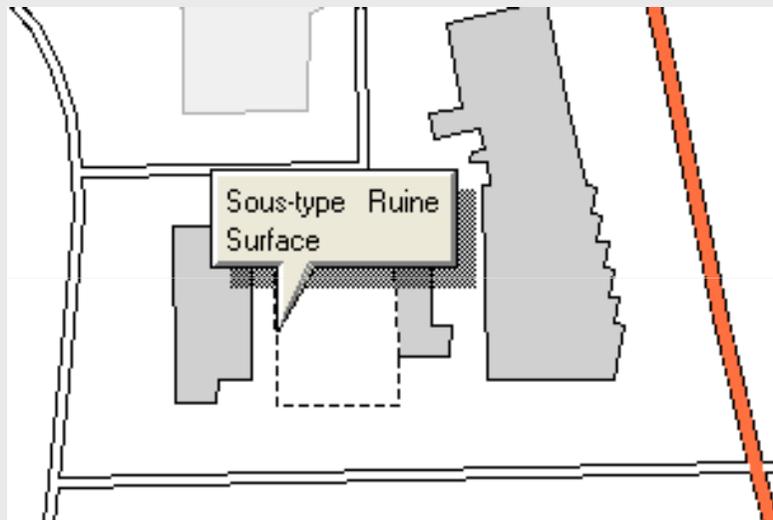
⇒ Formalisation des évolutions dans le modèle des données
(intégration des *créations, destructions, modifications*)

Solutions après-coup

⇒ Calculs des évolutions
méthodes d'appariement et méthodes de calculs différentiels

La dimension temporelle dans les SIG

Des solutions techniques existent pour obtenir des *évolutions*



Problèmes techniques : pas d'intégration en standard dans les SIG
Problème conceptuel : l'interprétation des évolutions est laissée à celui qui produit les données d'évolution
⇒ problématique de l'«*objet suffisamment lui-même*»

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Observations temporelles et SIG
- La dimension temporelle dans un SIG
 - Le temps dans les SIG : point de vue conceptuel
 - La mise à jour : point de vue technique
 - La gestion des mises à jour: point de vue pratique

La dimension temporelle dans les SIG

- Le temps dans les SIG : point de vue conceptuel



patricia.bordin@ensg.eu

La problématique de « *l'objet suffisamment lui-même* »

La dimension temporelle dans les SIG



La problématique de « *l'objet suffisamment lui-même* »



La dimension temporelle dans les SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Le temps dans les SIG : point de vue conceptuel

intégrer le temps dans un SIG passe par une modélisation, qui simplifie le problème des relations spatio-temporelles pour les rendre accessibles aux requêtes spatiales, à l'analyse et à la visualisation.

La mise en œuvre technique et informatique dans les SIG, peut s'appuyer sur

- des modèles de gestion des mises à jour,
- et sur des méthodes et outils d'extraction des changements.

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Observations temporelles et SIG
- La dimension temporelle dans un SIG
 - Le temps dans les SIG : point de vue conceptuel
 - La mise à jour : point de vue technique
 - La gestion des mises à jour: point de vue pratique

La dimension temporelle dans les SIG

Le temps pour le thématicien

- ⇒ Le temps comme paramètre d'étude
 - étude statique, cinématique, dynamique
 - études rétrospectives, prospectives

Le temps dans les SIG

- ⇒ Le temps comme facteur influent sur la qualité des données
- La maintenance des données par les mises à jour

Le processus de mise à jour comme processus d'intégration de la dimension temporelle dans les SIG

La dimension temporelle dans les SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

Thématiciens et techniciens ont des points de vue différents sur la dimension temporelle dans les SIG

Technicien	Thématicien
Donnée	Objet géographique
Changements	Évolutions
Le temps, comme source d'obsolescence	Le temps, comme paramètre d'étude, comme composante

patricia.bordin@ensg.eu

informations nouvelles
n'implique pas
nouvelles informations...

La dimension temporelle dans les SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

Différentes interventions de mise à jour:

- Changements dus à un changement dans la réalité
 - ↳ ***les évolutions***

- Autres changements « non réels »
 - Ceux que l'on peut repérer
 - ↳ Changements de spécifications
ex.: « suppression des haies »
 - ↳ Enrichissements de la base de données
ex.: ajout d'un attribut, d'un nouveau thème
 - Ceux que l'on peine à repérer en tant que tels

La dimension temporelle dans les SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

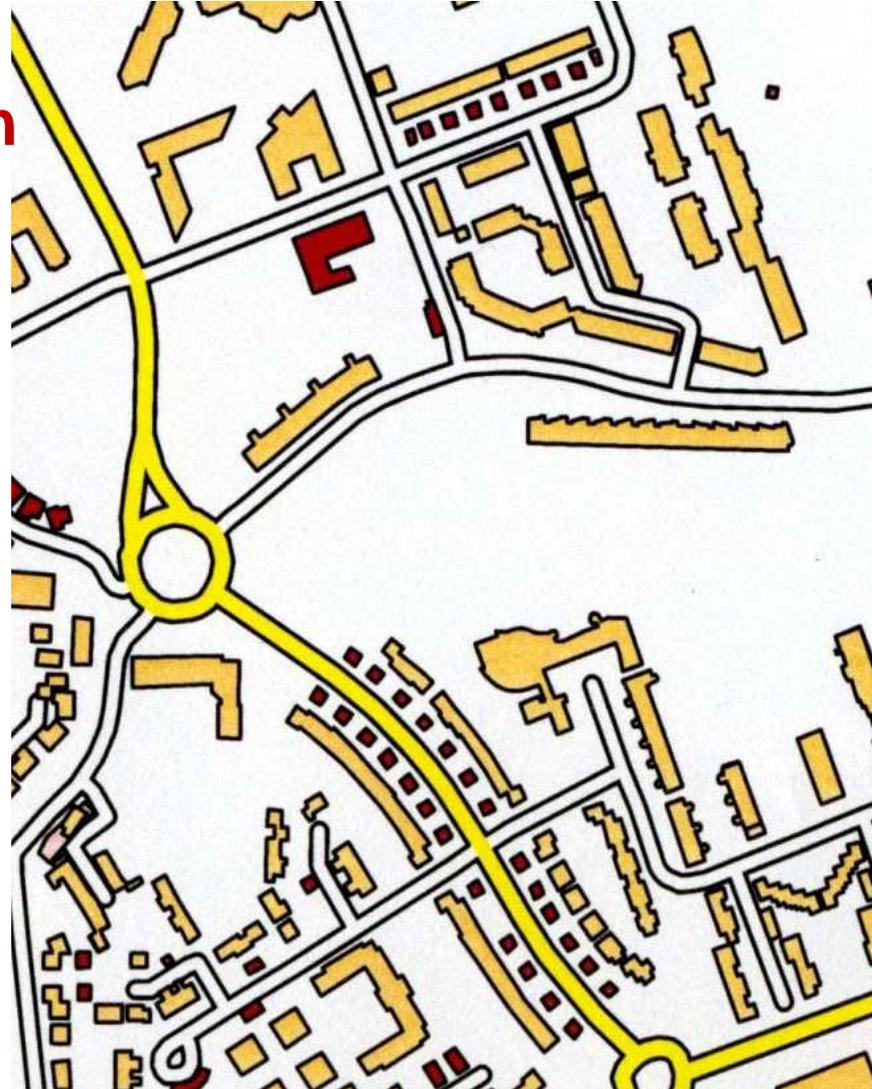
Différentes interventions de mise à jour:

- Changements dus à un changement dans la réalité
 - ↳ **les évolutions**

- Autres changements « non réels »
 - Ceux que l'on peut repérer
 - Ceux que l'on peine à repérer en tant que tels
 - ↳ **les « fausses » évolutions**
 - * les corrections d'erreurs vraies
ex.: pour compenser un oubli, rectifier une valeur
 - * les variations d'interprétation des spécifications

La dimension temporelle dans les SIG

**Exemple d'un cas
de «fausse» évolution**



La dimension temporelle dans les SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

Différentes interventions de mises à jour:

➤ Changements dus à un changement dans la réalité

↪ **les évolutions**  **actualité**

➤ Autres changements « non réels »

- Ceux que l'on peut repérer

- Ceux que l'on peine à repérer en tant que tels

↪ **les « fausses » évolutions**

* les corrections d'erreurs vraies

 **précision**

* les variations d'interprétation des spécifications

 **pas d'amélioration** 

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Observations temporelles et SIG
- La dimension temporelle dans un SIG
 - Le temps dans les SIG : point de vue conceptuel
 - La mise à jour : point de vue technique
 - La gestion des mises à jour: point de vue pratique

La dimension temporelle dans les SIG



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- La gestion des mises à jour : point de vue pratique

Les aspects structuro-organisationnels

- la collecte et remontée des informations
- leur intégration

Les aspects technico-organisationnels

- temporalité de la collecte
- temporalité des mises à jour
- transmission de méta-données de qualité
- livraison des informations de mise à jour

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Observations temporelles et SIG
- La dimension temporelle dans un SIG
- Vers une gestion élaborée du temps...
 - Différentes modélisations pour la mise à jour
 - Les méthodes d'appariements
 - Intégrations des différentes solutions

Vers une gestion élaborée du temps



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

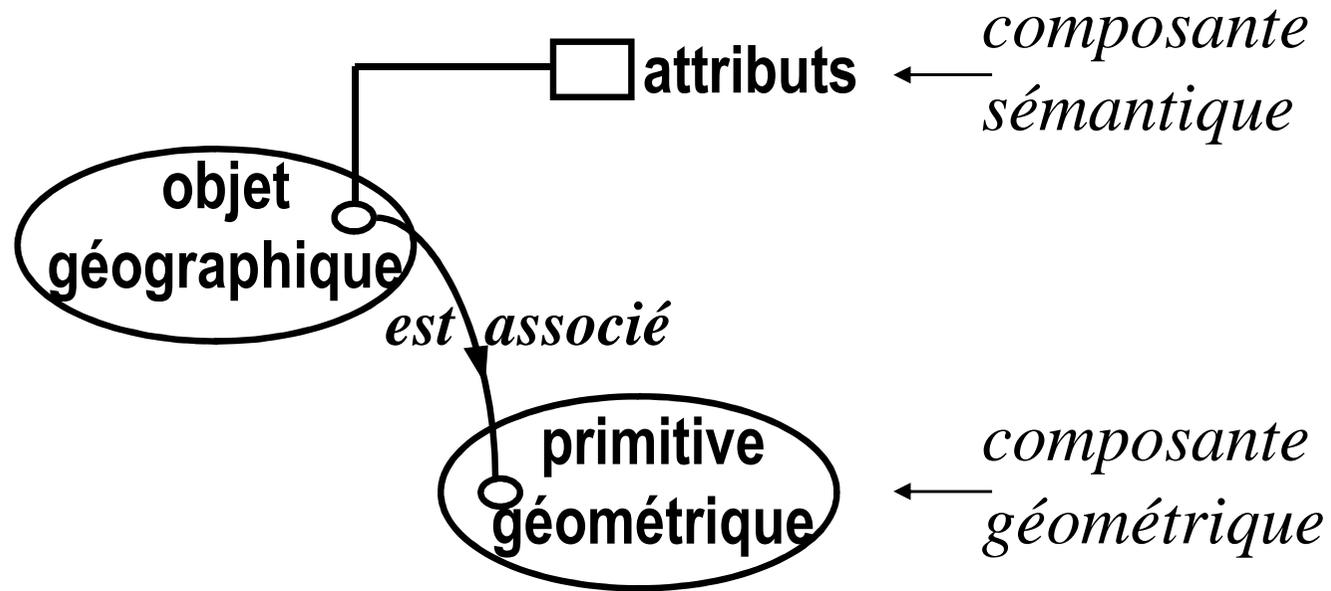
- Différentes modélisations pour la mise à jour

Il existe plusieurs modèles pour intégrer les changements effectués sur les données

Ils possèdent des qualités différentes en terme de :

- commodité d'accès aux différents états temporels
- explicitation des liens existant entre les différents états temporels
- caractérisations des opérations décrivant les changements opérés; il s'agit ici de posséder des informations sur le changement lui-même.

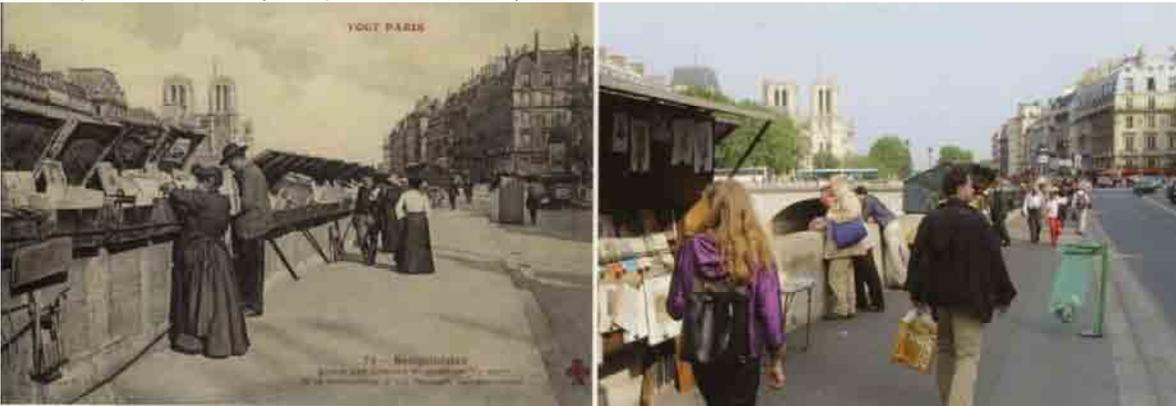
Vers une gestion élaborée du temps



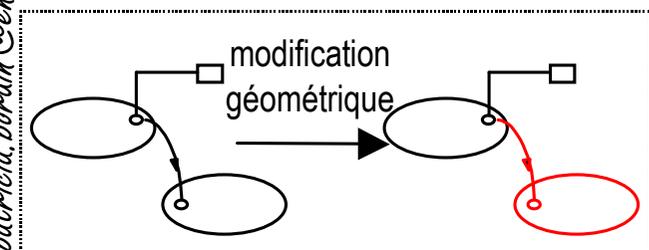
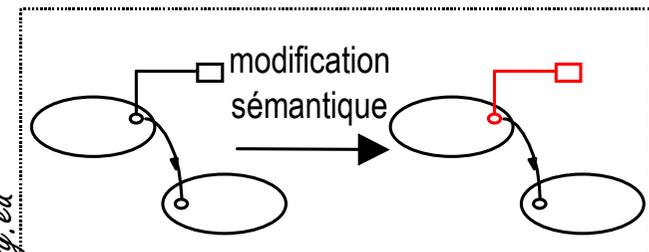
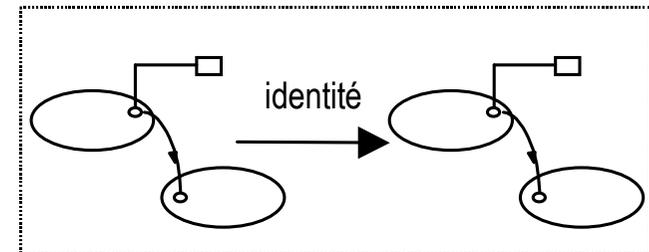
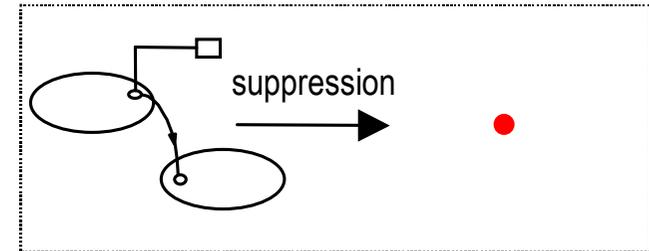
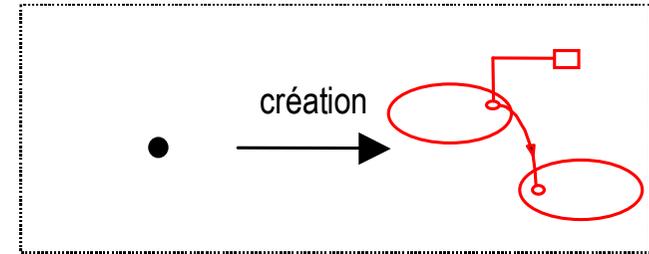
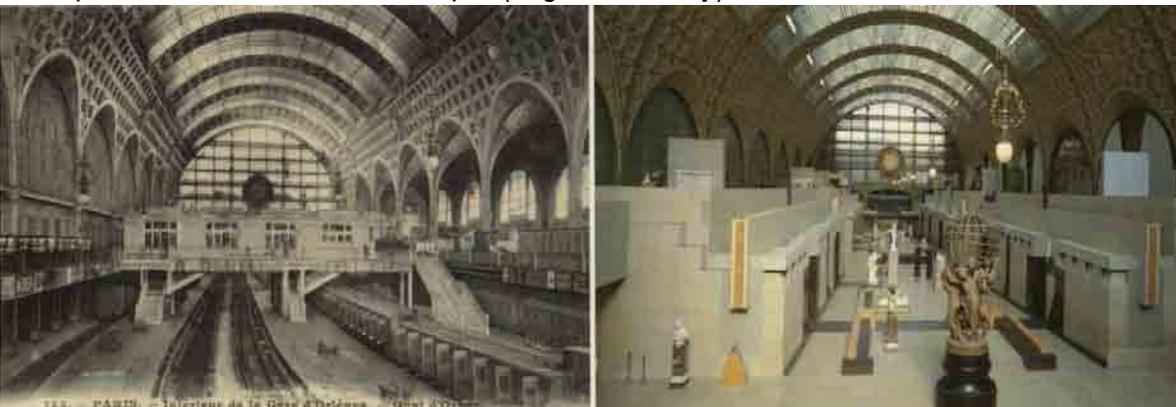
Exemples de destruction/création (la Tour Montparnasse, la FNAC)



Exemple d'identité (les quais de Seine)

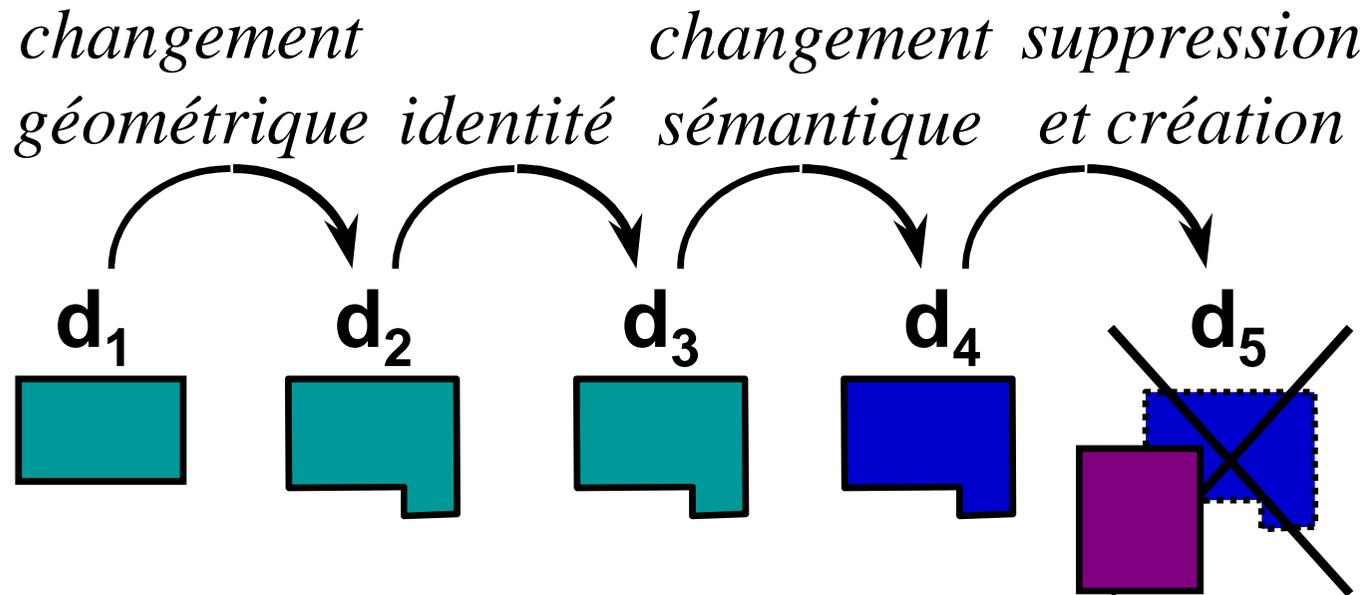


Exemple de modification sémantique (la gare d'Orsay)



patricia.bordin@ensg.eu

Vers une gestion élaborée du temps



Vers une gestion élaborée du temps



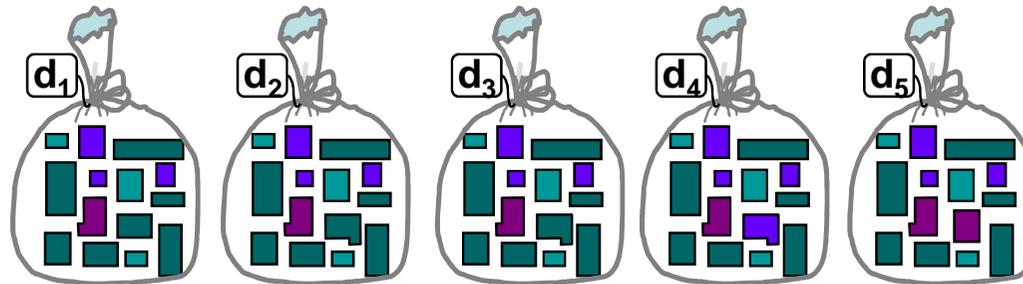
- Illustrations à partir de 4 différents modèles
 - ❑ Le modèle par *Snapshot*
 - ❑ Le modèle par *Time-stamp*
 - ❑ Le modèle par *versionnement*
 - ❑ La modèle par *historisation*

Vers une gestion élaborée du temps

❑ Le modèle par *Snapshot*

Le *modèle par snapshots* gère la mise à jour des bases de données comme une mise à jour de carte papier : à chaque mise à jour correspond une version de la base. Chaque version est indépendante des autres, il n'y a aucun lien entre les données des différentes versions

a. Modèle par « snapshot »

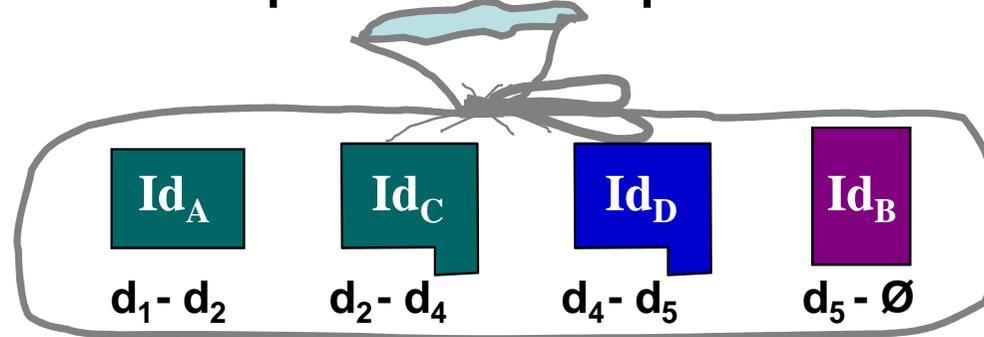


Vers une gestion élaborée du temps

❑ Le modèle par *Time-stamp*

Le *modèle par time-stamp* archive dans la même base , différents états d'objets'. Deux représentations différentes sont indépendantes ; même si elles correspondent dans la « réalité » à deux états d'un même *objet* ; il n'existe pas de lien formalisé entre elles

b. Modèle par « time-stamp »



Vers une gestion élaborée du temps

❑ Le modèle par *Versionnement*

Le *modèle par versionnement* archive différentes *versions* d'objets'. Dans ce modèle un même 'objet' peut avoir plusieurs états. Le lien entre eux est formalisé par le biais d'un numéro de version.

Pour éviter les informations redondantes, chaque version peut ne comporter qu'une description partielle de l'état de la donnée correspondant aux caractéristiques modifiées

c . Versionnement par objet

Identifiant	N° Version	Sémantique	Géométrie	Date création	Date suppression
Id _A	1	■	□	d ₁	d ₂
Id _A	2	□	□	d ₂	d ₄
Id _A	3	■	□	d ₄	d ₅
Id _B	1	■	□	d ₅	∅

Vers une gestion élaborée du temps

□ Le modèle par *Historique*

Le *modèle par historique* introduit le concept de *successeur*. Chaque 'objet géographique' est décrit dans sa totalité. S'il change d'état, il existe alors un lien formalisé par le biais d'un identifiant pour spécifier l'état qui lui « succède »

d . Modèle par historique

	Identifiant	Sémantique	Géométrie	Date création	Date suppression	Date modification	Id. successeur
Id_A			d₁	∅	d₂	Id_{A'}	
Id_{A'}			d₂	∅	d₄	Id_{A''}	
Id_{A''}			d₄	d₅	-	-	
Id_B			d₅	∅	-	-	

Vers une gestion élaborée du temps



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

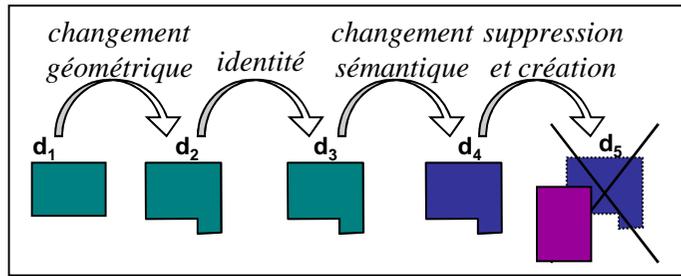
Identifiant *stricte* versus identifiant *souple*

* Identifiant stricte ou *signature* ou *clé informatique* :
Principe: Identifiant d'objet informatique

L'identifiant est constant tant qu'aucune modification n'intervient sur la donnée

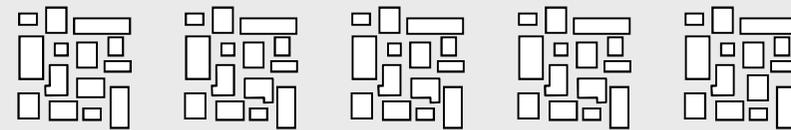
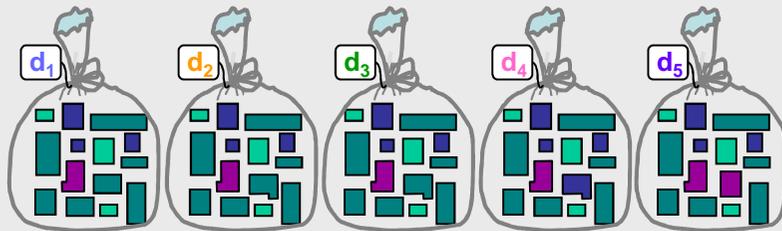
* *Identifiant « souple »* ou *identifiant attributaire*:
Principe: Identifiant d'objet géographique

L'identifiant est maintenu constant par l'observateur tant que la donnée correspond au même objet



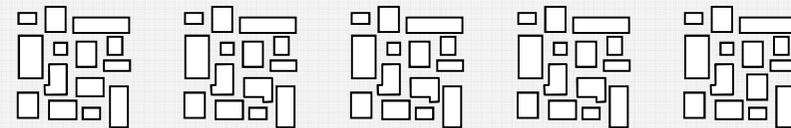
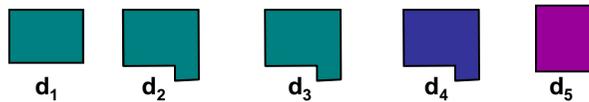
Saisie des séries temporelles et des évolutions

a1. « Snapshot » sans attribution de la date d'estampillage générale aux données



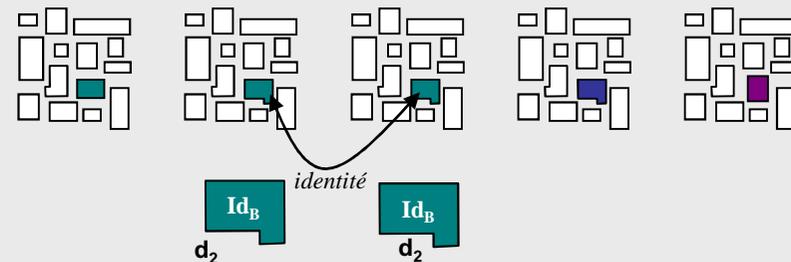
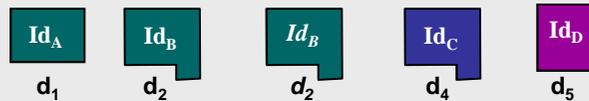
⇒ Rien ne permet d'identifier automatiquement un objet dans la base de données. Il faut le repérer et le suivre visuellement.

a2. « Snapshot » avec attribution de la date d'estampillage générale aux données

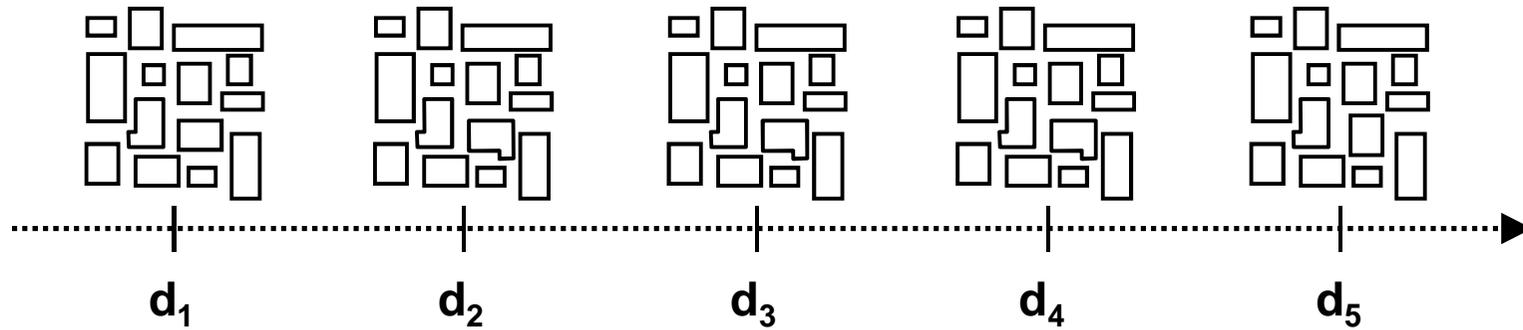


⇒ Rien ne permet d'identifier automatiquement un objet dans la base de données. Il faut le repérer et le suivre visuellement.

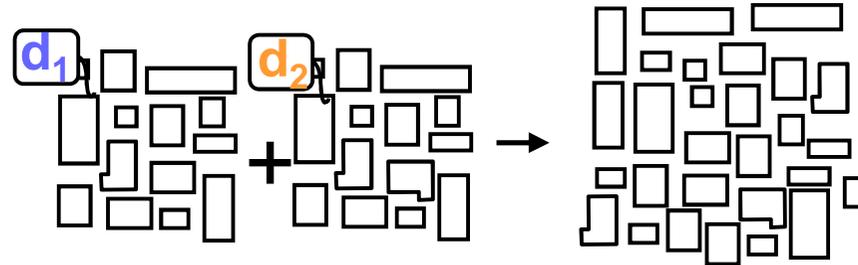
a3. « Snapshot » avec attribution d'un identifiant



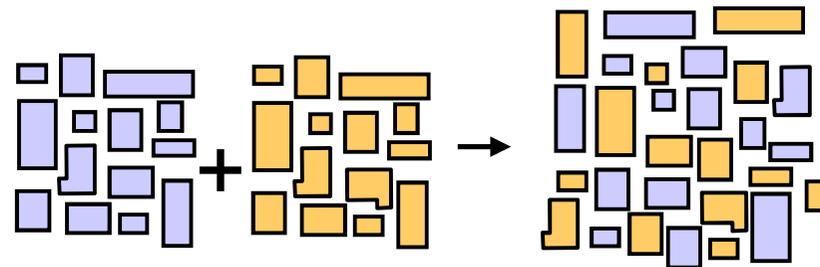
⇒ L'identifiant permet de repérer un 'objet' particulier au sein de la base. Il permet en particulier de repérer ceux qui sont identiques d'une version à l'autre (ce sont ceux dont l'identifiant se trouve dans les deux versions).



Si la date d'estampillage associée à chaque version de la base n'est pas affectée aux données de ces versions alors, lorsque l'on intègre deux versions différentes dans un SIG, il est impossible de déterminer de quelle version sont issus les 'objets' (fig.a.). En revanche, si la 'date d'estampillage' a été attribuée à chaque objet, il est possible par simple requête de distinguer les 'objets' issus d'une version fixée (fig. b).



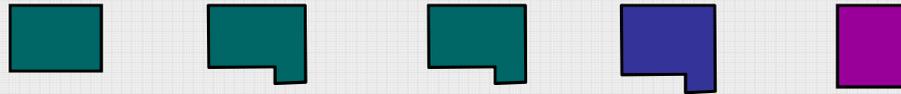
a. \Rightarrow Si on intègre deux versions différentes de la base, on ne peut pas identifier de quelle version sont issus les 'objets'



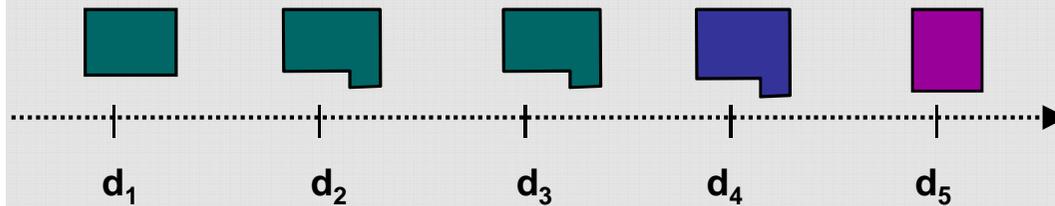
b. \Rightarrow Si on intègre deux versions différentes de la base, on peut identifier de quelle version sont issus les 'objets'

a1. « Snapshot » sans attribution de la date d'estampillage générale aux données

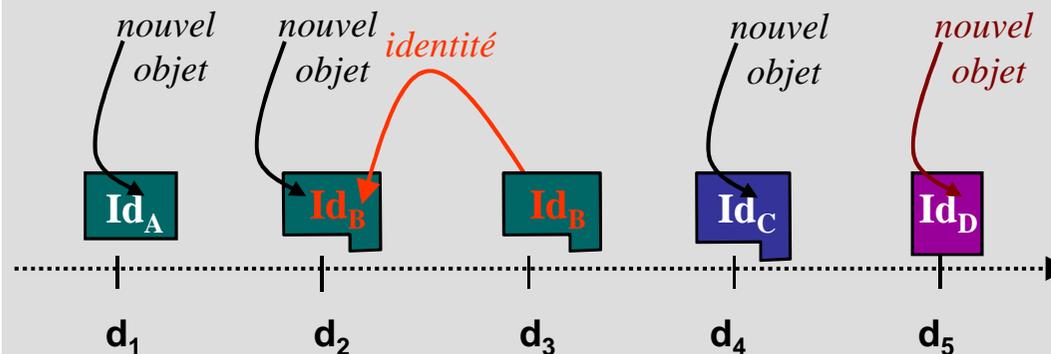
⇒ Plusieurs versions de la même base



a2. « Snapshot » avec attribution de la date d'estampillage générale aux données



a3. « Snapshot » avec signature



Les dates caractéristiques sont uniquement des dates de mise à jour

d1. Historique

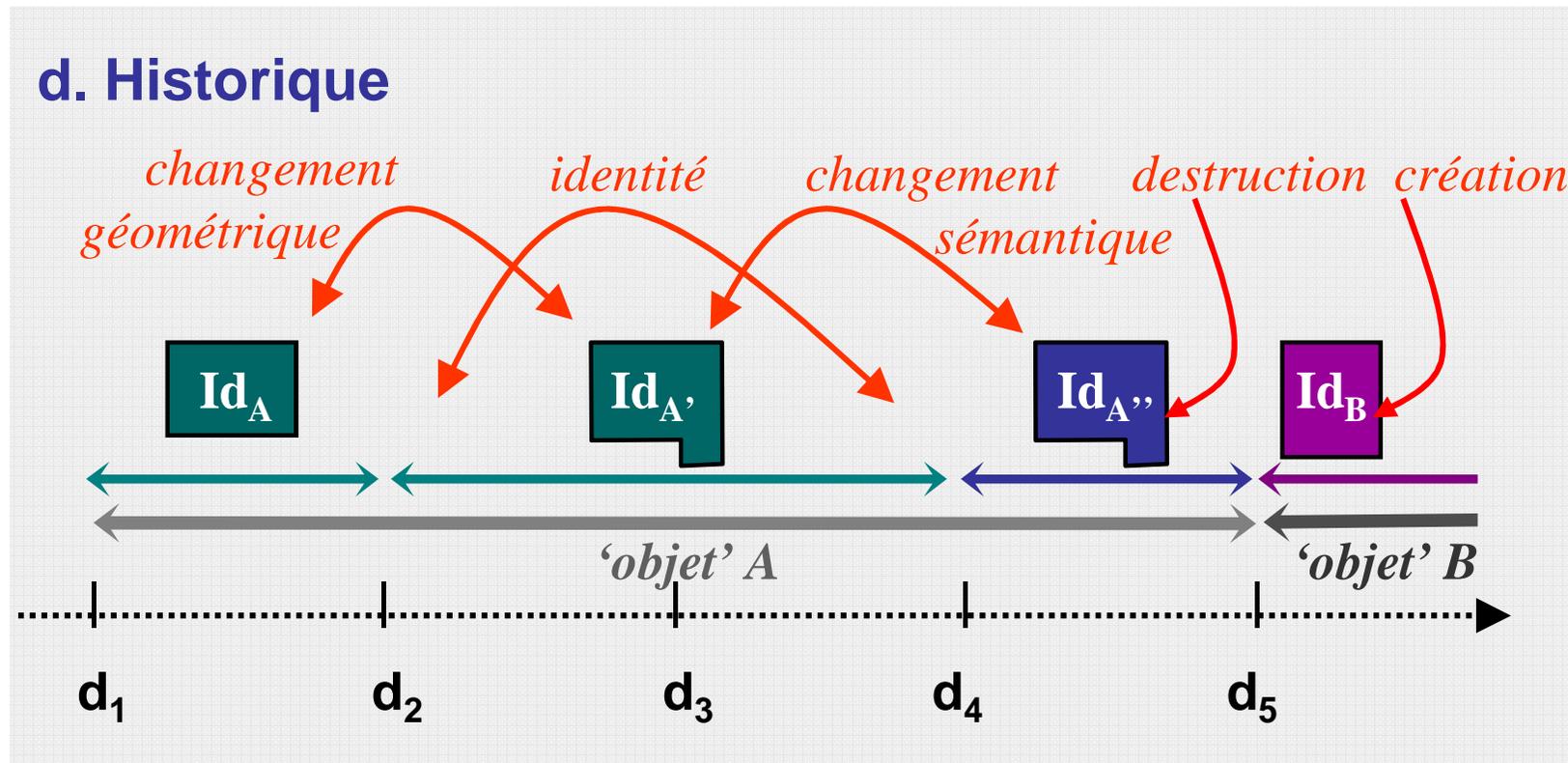
⇒ Une seule base qui réunit toutes les données

	Identifiant	Sémantique	Géométrie	Date création	Date suppression	Date modification	Id. successeur
Id_A			d₁	∅	d₂	Id_A'	
Id_A'			d₂	∅	d₄	Id_A''	
Id_A''			d₄	d₅	-	-	
Id_B			d₅	∅	-	-	

d2. Historique et informations différentielles

	Identifiant	Sémantique	Géométrie	Date création	Date suppression	Date modification	Id. successeur	Type modification
Id_A			d₁	∅	d₂	Id_A'		chgt. géom.
Id_A'			d₂	∅	d₄	Id_A''		chgt. sém.
Id_A''			d₄	d₅	-	-		destruct
Id_B			d₅	∅	-	-		créat

Vers une gestion élaborée du temps



Les dates correspondent aux dates caractéristiques de l'histoire de chaque objet.

Elles peuvent prendre n'importe quelle valeur.

Plan

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

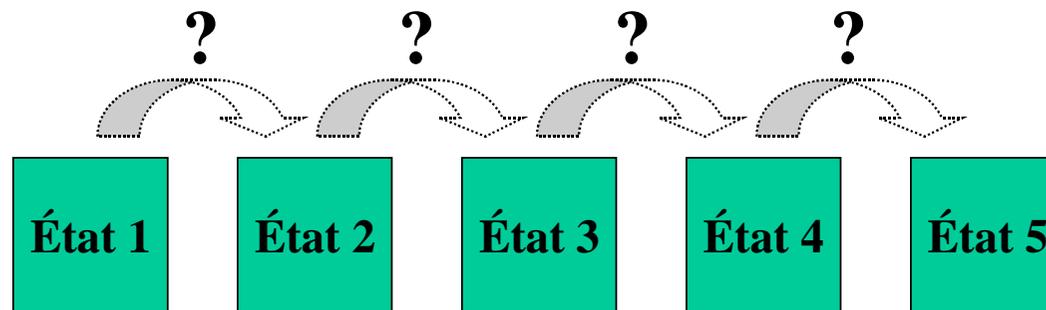
- Observations temporelles et SIG
- La dimension temporelle dans un SIG
- Vers une gestion élaborée du temps...
 - Différentes modélisations pour la mise à jour
 - Des solutions dans l'après-coup
 - Intégrations de différentes solutions

Vers une gestion élaborée du temps



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Des solutions dans l'après-coup, pour déduire des évolutions



Quand l'utilisateur dispose d'une description détaillée des états, mais qu'il ne possède pas de liens entre ces états...

Vers une gestion élaborée du temps



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Des solutions dans l'après-coup, pour déduire des évolutions

- La clé MD5 ou méthode de hachage
- La journalisation des interventions sur la base

Elle explicite la succession des interventions opérées sur les données, pour obtenir l'état actuel, il faut toutefois passer à travers tous les états

Pour être efficaces, ces métadonnées qui explicitent les modifications ne doivent pas comporter trop de mises à niveau (ex.: corrections d'oubli, modifications géom.)

Vers une gestion élaborée du temps



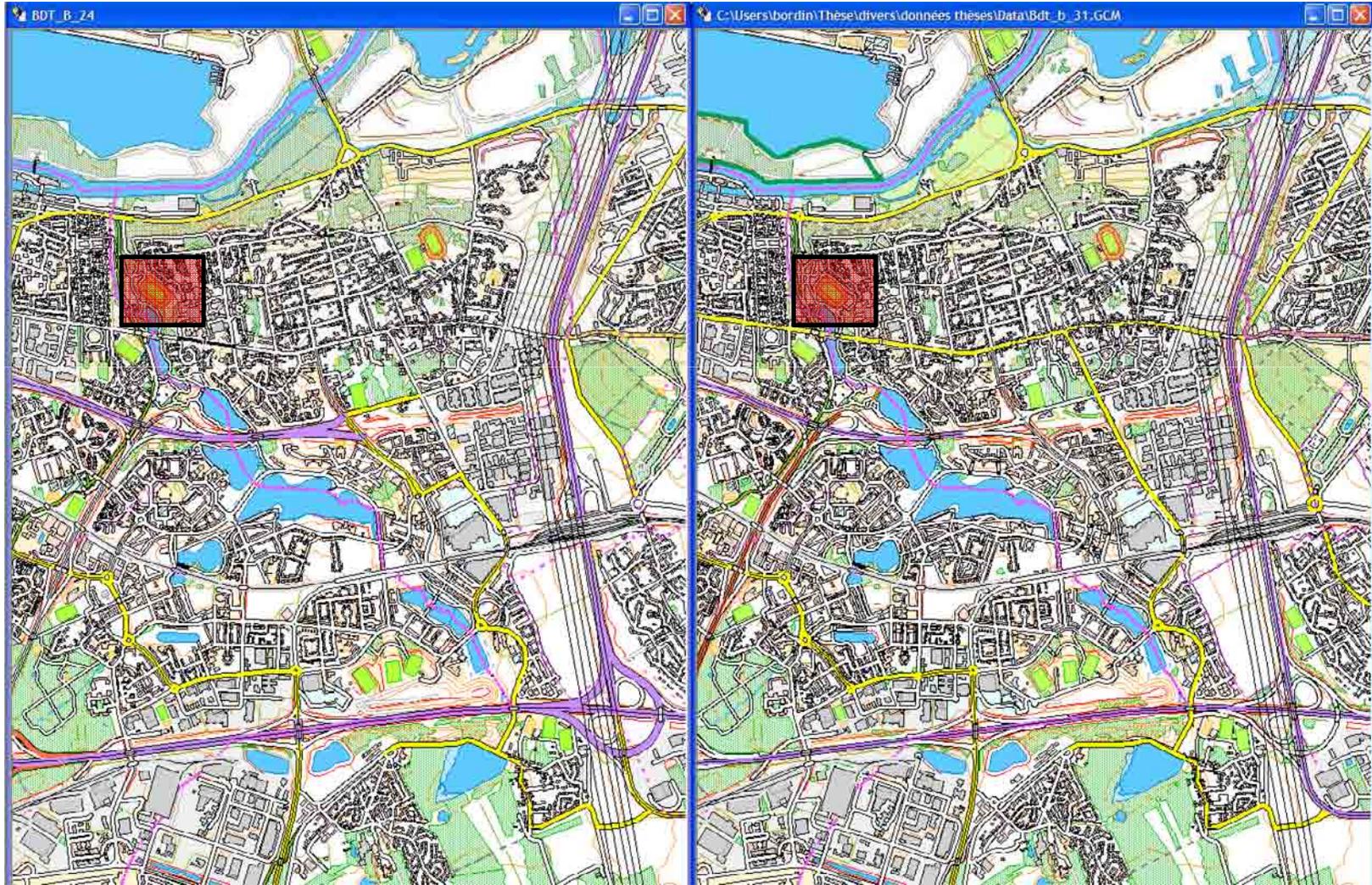
Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Des solutions dans l'après-coup, pour déduire des évolutions
 - La clé MD5 ou méthode de hachage
 - La journalisation des interventions sur la base
 - Les méthodes d'appariement et de calculs de différentiels

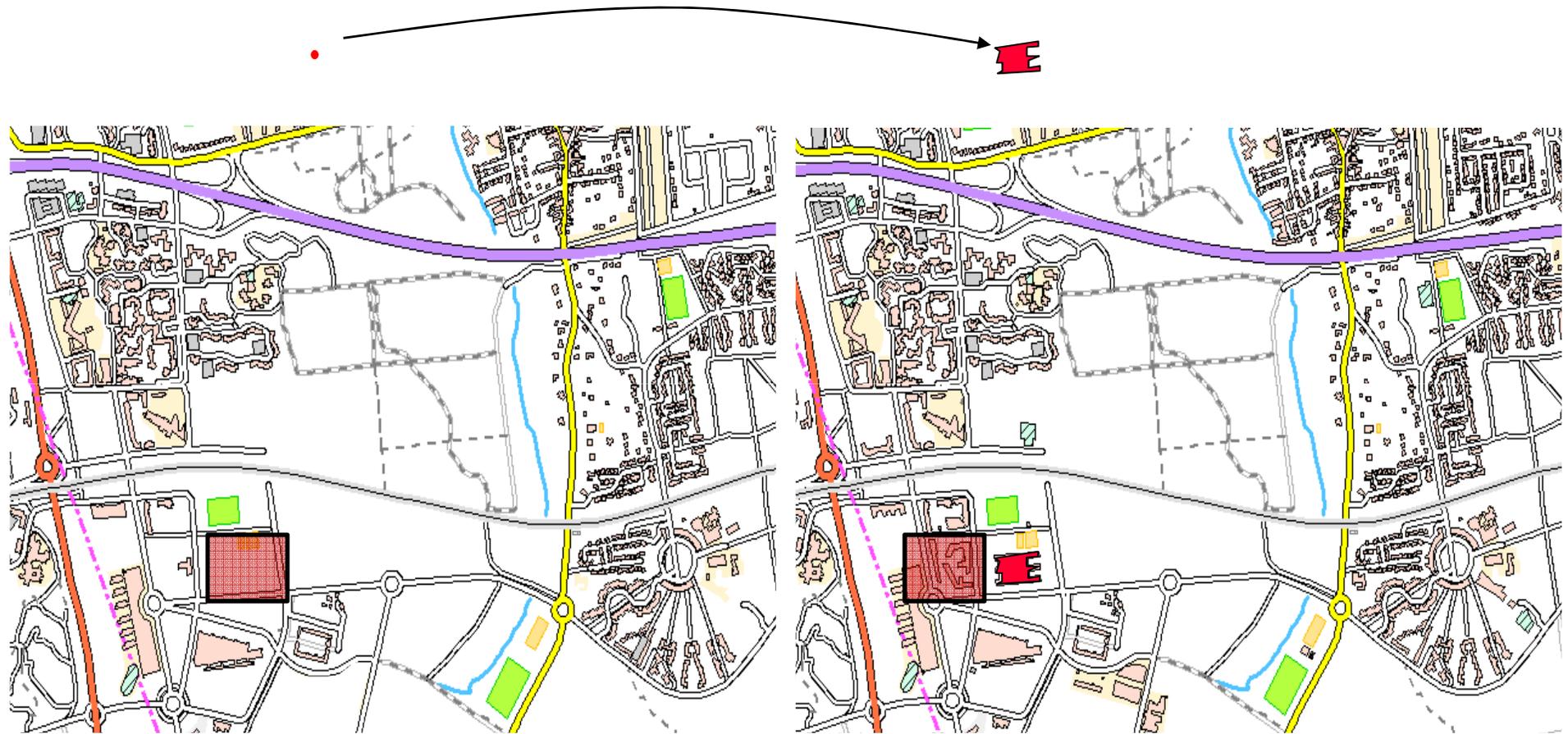
Vers une gestion élaborée du temps



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée



Observations temporelles et SIG



Vers une gestion élaborée du temps

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Méthodes d'appariement

{ • ;  } { • ;  } { • ;  } { • ;  } { • ;  }

{  ;  }

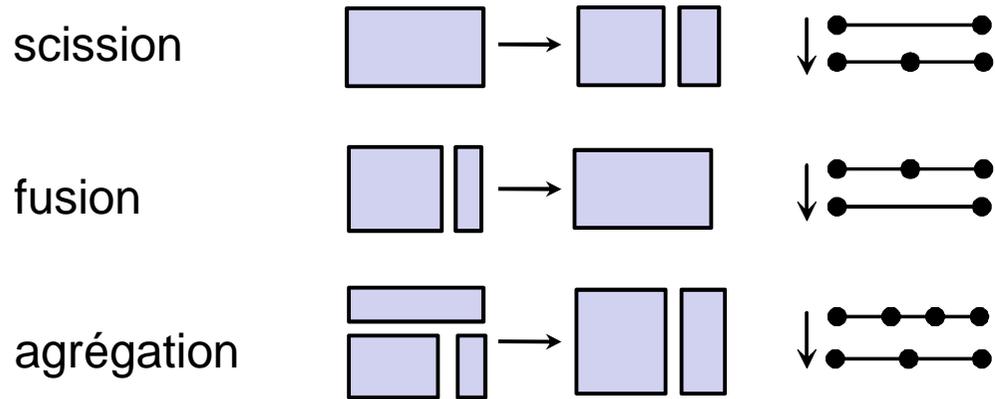
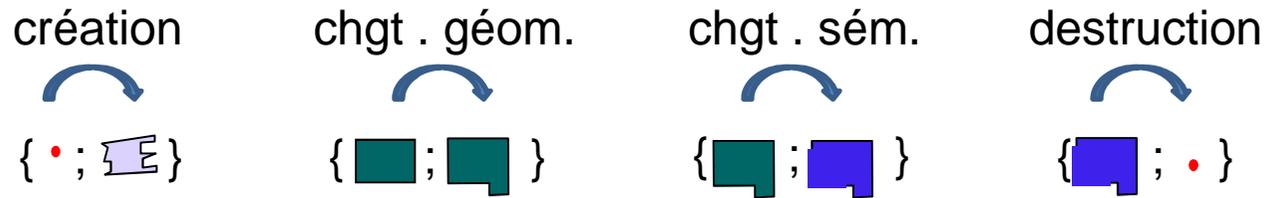
{  ;  }

{  ; • }

Vers une gestion élaborée du temps

Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

-Calculs différentiels

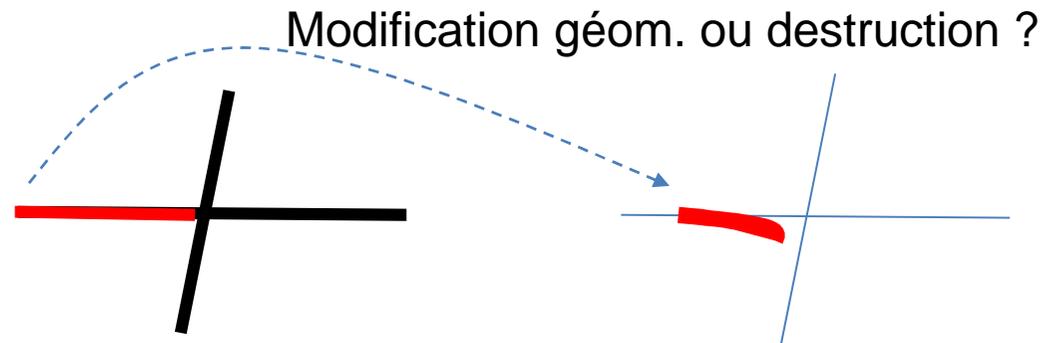


Vers une gestion élaborée du temps



Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Des solutions dans l'après-coup, pour déduire des évolutions
 - La clé MD5 ou méthode de hachage
 - La journalisation des interventions sur la base
 - Les méthodes d'appariement et de calculs de différentiels
 - Vers l'introduction des événements...

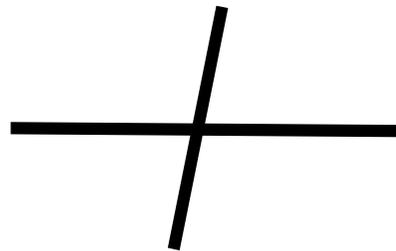


Vers une gestion élaborée du temps

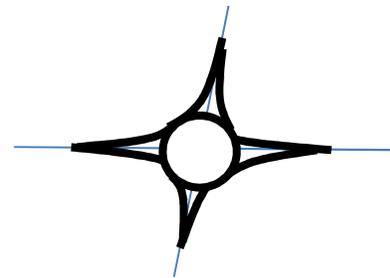


Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée

- Des solutions dans l'après-coup, pour déduire des évolutions
 - La clé MD5 ou méthode de hachage
 - La journalisation des interventions sur la base
 - Les méthodes d'appariement et de calculs de différentiels
 - Vers l'introduction des événements...



croisement

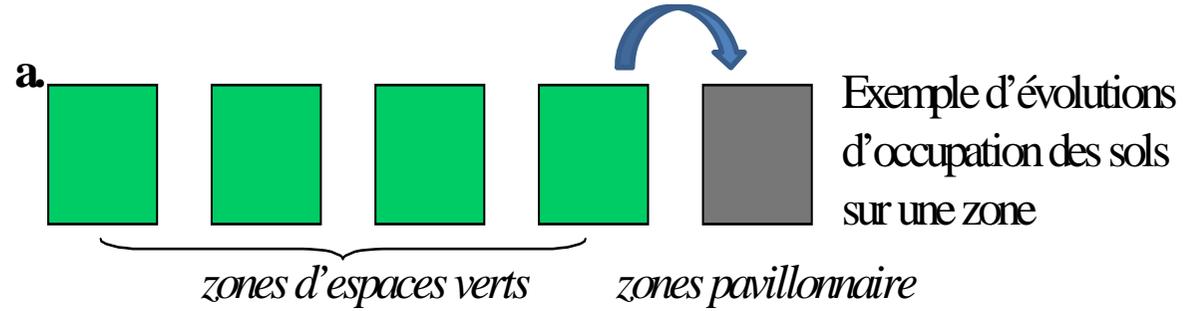


carrefour

Vers une gestion élaborée du temps



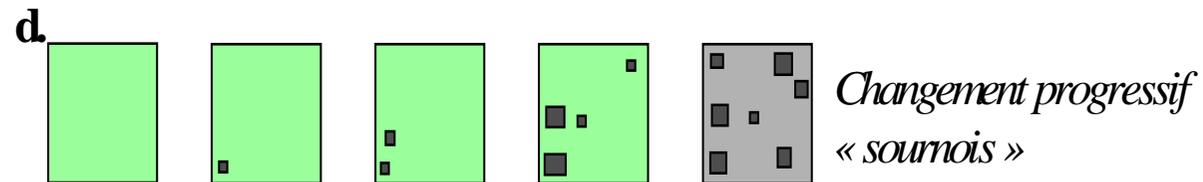
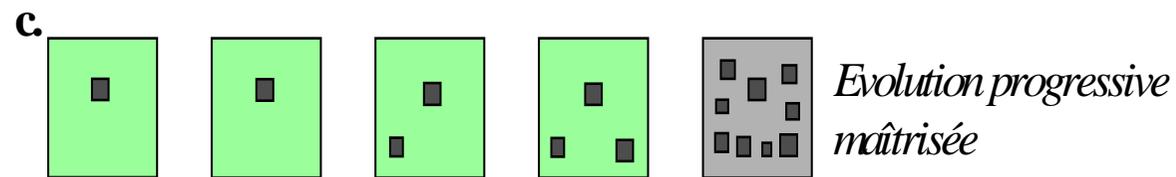
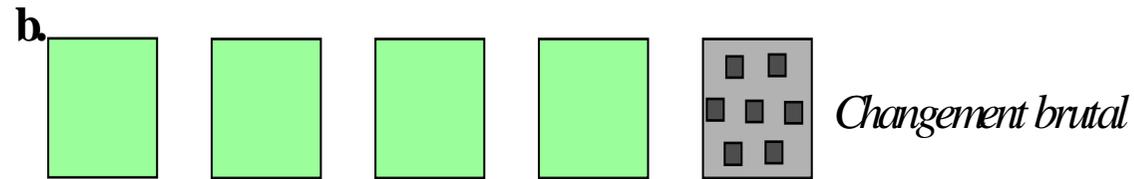
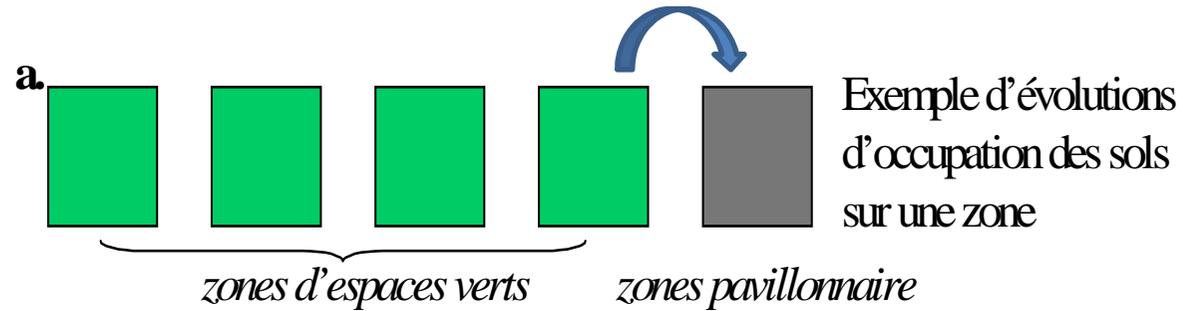
Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée



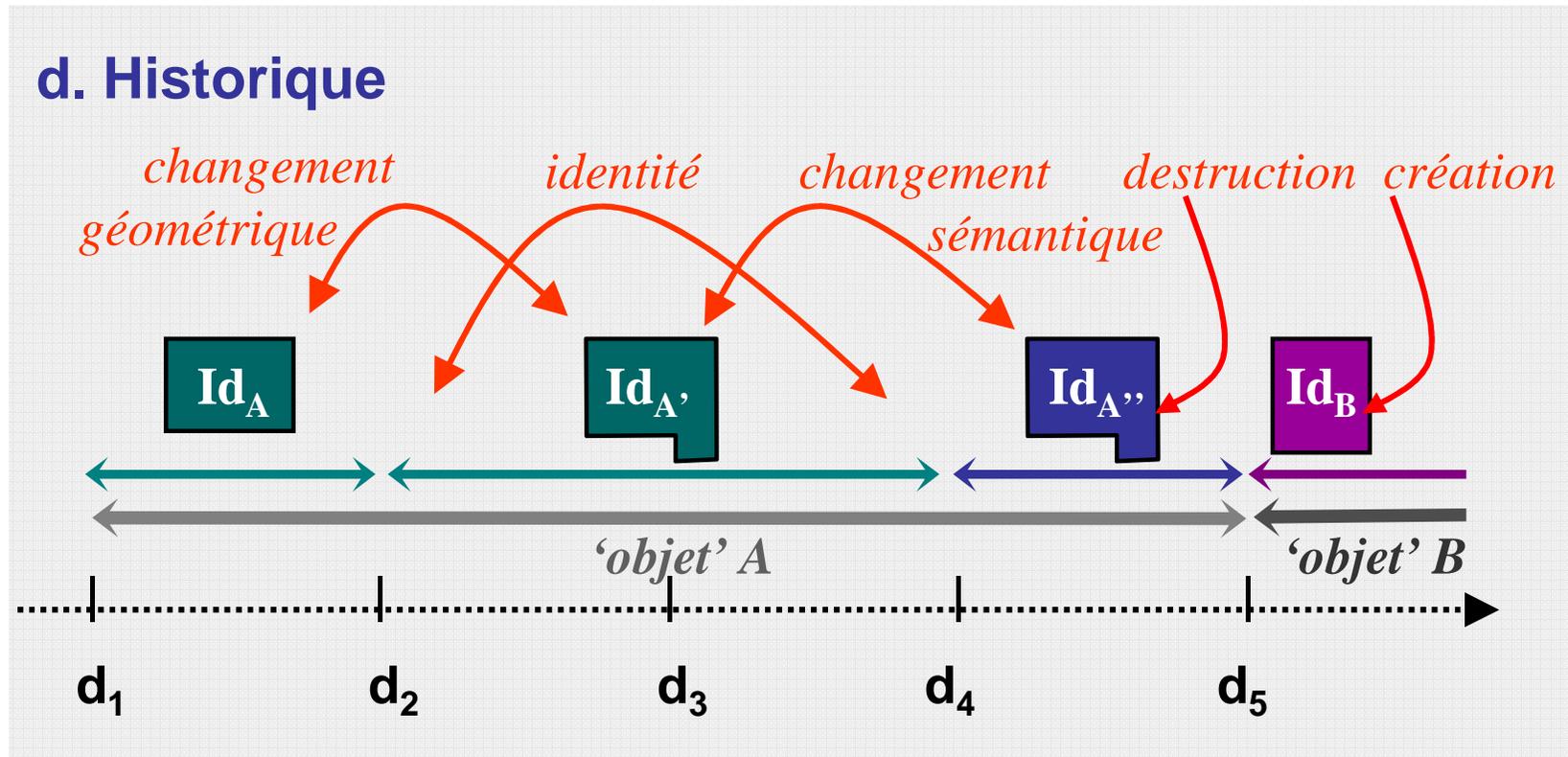
Vers une gestion élaborée du temps



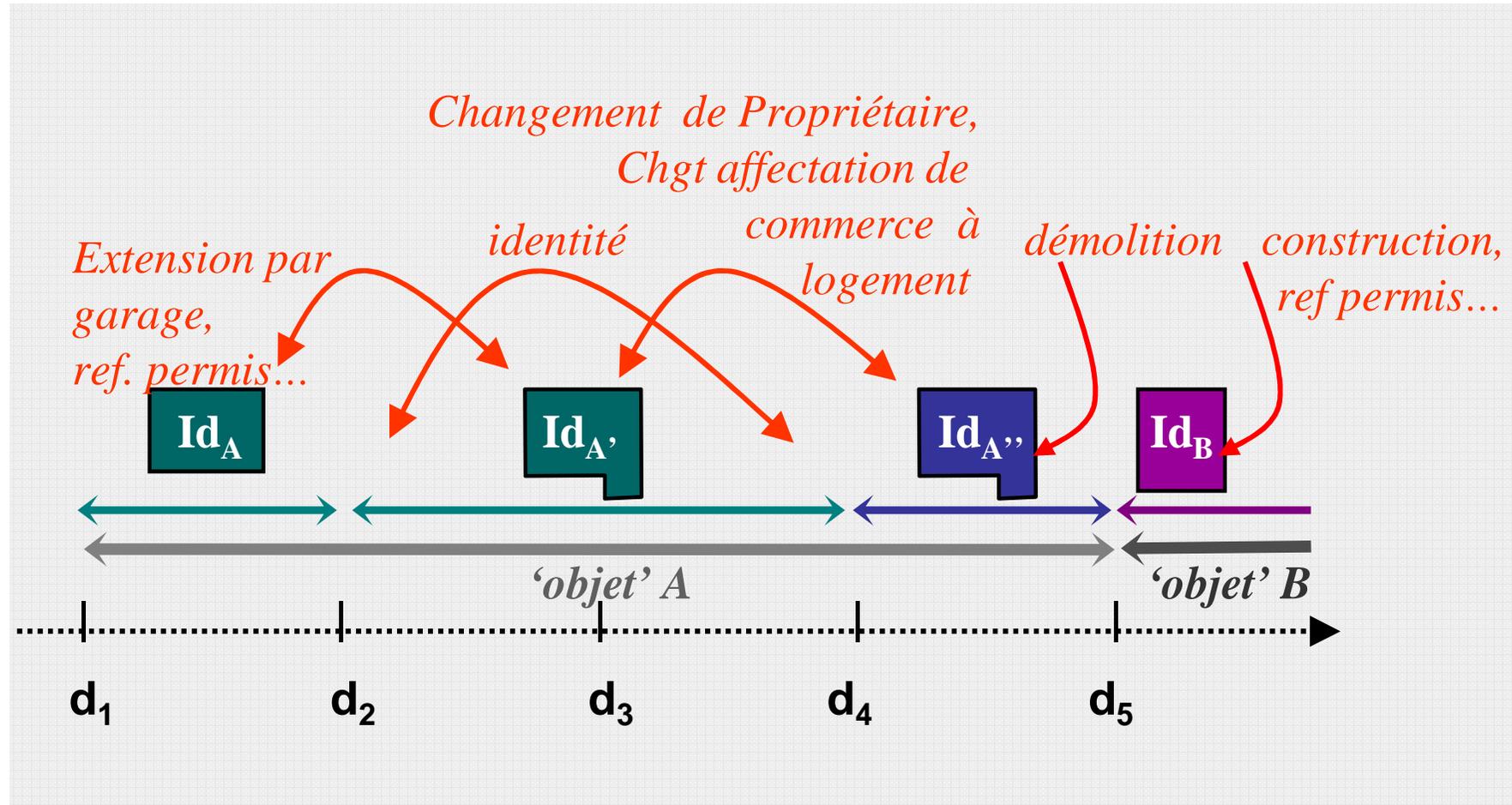
Observations Dimension temporelle Vers une gestion élaborée



Vers une gestion élaborée du temps



Vers une gestion élaborée du temps



Conclusion

L'introduction du temps dans les SIG:
une problématique complexe et multiple, d'ordre
Conceptuel
Technique
Organisationnel

La mise à jour : l'opération clé

Des solutions variées,
en particulier pour modéliser les mises à jour

Conclusion

Des solutions complémentaires:

- .L'appariement et le calcul différentiel
- .La gestion des méta-données
- .Une approche méthodologique

Du suivi des données géographiques vers
l'observation de phénomènes géographiques

Un travail pour introduire les évènements,
vers la causalité des évolutions,
pour les analyses dynamiques.

Merci ●