

# Etablissement d'une table Multimillésime des Fichiers fonciers

mai 2019



Crédit photo : © Arnaud Bouissou — Terra © Denis Gabbardo - Terra

## Partenaire(s) de l'étude

*Direction Générale de l'Aménagement, du Logement et de la Nature*



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET SOLIDAIRE

# Etablissement d'une table multimillésimes des Fichiers fonciers

## Historique des versions du document

Version	Date	Commentaire
V1	17 avril 2019	Version de base,
V2	9 mai 2019	Version corrigée suites aux remarques d'Antoine Herman et Perrine Rutkowski
V3	6 juin 2019	Version modifiée suite aux remarques de Frédéric Lasseron

## Affaire suivie par

<b>Martin Bocquet</b> - Département DATHa – Groupe Stratégies foncières et Expertises Géomatiques
Tél. : 03 20 49 62 71
Courriel : martin.bocquet@cerema.fr
<b>Site de Lille</b> : Cerema Nord-Picardie

## Références

n° d'affaire :

maître d'ouvrage : DGALN

Rapport	Nom	Date	Visa
Établi par	Martin Bocquet	17 avril 2019	
Avec la participation de	Antoine Herman	17 avril 2019	
Contrôlé par	Perrine Rutkowski	30 avril 2019	
Validé par	Frédéric Lasseron	6 juin 2019	

## Résumé de l'étude :

Les Fichiers fonciers sont une base de données reprenant les données relatives à la taxe foncière. Ils disposent d'un état des parcelles au 1<sup>er</sup> janvier de l'année. Cependant, les évolutions parcellaires ne sont pas retracées dans les Fichiers fonciers.

L'objectif est donc de recréer une filiation entre ces parcelles, et connaître le devenir d'entre elles sur la période 2009-2017. Ce présent rapport présente une méthodologie permettant d'établir une base de données multimillésime.

# SOMMAIRE

<b>Préalables</b> .....	<b>4</b>
Objectif de l'étude.....	4
La première étude multi-millésime.....	4
Rappel : la parcelle.....	4
Rappel : les modifications de communes.....	4
Les remboursements.....	5
<b>Les bases de données utilisées</b> .....	<b>6</b>
Les Fichiers fonciers.....	6
Les DFI (documents de filiation informatisés).....	6
Notation dans le rapport.....	7
<b>Traitement général</b> .....	<b>7</b>
Résumé du traitement.....	7
Étape 0 : création des tables parcellaires.....	9
<b>Traitement des bi-millésimes</b> .....	<b>9</b>
Étape 1 : traitement des cas simples.....	10
Étape 2 : traitement des évolutions simples.....	10
Étape 3 : traitement des évolutions complexes.....	11
Étape 4 : élagage des arbres.....	13
Étape 5 : traitement des sauts de millésimes.....	13
Étape 6 : fusion des éléments restants.....	14
Contributions de chacune des étapes.....	15
<b>Réalisation de la table multi-millésime</b> .....	<b>16</b>
Réalisation de la table finale.....	16
Méthode pour créer la table finale.....	16
Signification thématique de l'îlot.....	17
<b>Conclusion et intérêt de l'étude</b> .....	<b>18</b>
Une table en cours de création.....	18
Ajout des champs thématiques.....	18
<b>Annexe : algorithme de recherche de composantes connexes d'un graphe</b> .....	<b>19</b>
Lien avec le problème.....	19
Implémentation classique de l'algorithme.....	20
Implémentation actuelle de l'algorithme.....	22

# Préalables

---

## Objectif de l'étude

L'objectif de cette étude est de constituer une base de données reprenant toutes les informations entre les parcelles ainsi que leur devenir. Le présent rapport retrace la méthode qui permettrait de créer une table multi-millésimes.

---

## La première étude multi-millésime

Cette présente étude vient à la suite d'une première étude réalisée en 2016 et disponible ici : <https://datafoncier.cerema.fr/etude-multi-millesimes>  
Elle constitue un préalable indispensable à la bonne compréhension de la base actuelle et de ses retraitements. En particulier, il est nécessaire d'en (re)lire la partie relatives aux parcelles.

---

## Rappel : la parcelle

La parcelle cadastrale est définie comme « une portion de terrain d'un seul tenant appartenant à un même propriétaire, située dans une même commune, une même section et un même lieu-dit. »<sup>1</sup>. L'ensemble des parcelles constitue le plan cadastral.

La parcelle est constituée :

- d'une géométrie. Il s'agit ainsi du contour inscrit dans le plan cadastral. La majeure partie de ce plan cadastral est maintenant numérisée dans un produit nommé le PCI Vecteur. Toutes les parcelles ne sont cependant pas numérisées.
- d'informations littérales, qui sont les caractéristiques fiscales de cette parcelle. Celles-ci sont collectées dans la base de données dite « MAJIC <sup>2</sup> », servant au calcul de l'impôt foncier.

Enfin, une parcelle possède un identifiant, codé sur 14 caractères<sup>3</sup>, composé :

- du code INSEE de la commune sur les 5 premiers caractères,
- dans le cas d'une fusion de commune, les 3 derniers chiffres du code INSEE de la commune absorbée,
- de la section cadastrale, généralement codée sur 2 lettres. Cependant, certaines sections peuvent comporter des chiffres (section « 0B » par exemple, ou sections cadastrales en Alsace-Moselle),
- du numéro de la parcelle.

Par exemple, la parcelle 59 001 000 AA 0022 :

- appartient à la commune 59 001,
- n'a pas fait l'objet d'une fusion de commune,
- appartient à la section cadastrale AA
- et porte le numéro 0022.

---

## Rappel : les modifications de communes

L'évolution d'une commune est globalement de deux ordres :

- fusion (cas commun : en 2017, on compte ainsi 1283 communes de moins qu'en 2009),
- rétablissement ou séparation (cas rare : on compte ainsi 6 procédures de dé-fusion entre 2009 et 2017).

Dans le cadre d'une évolution de commune de type fusion, l'identifiant cadastral

---

<sup>1</sup> [http://bofip.impots.gouv.fr/bofip/5359-PGP.html#5359-PGP\\_La\\_parcelle\\_44](http://bofip.impots.gouv.fr/bofip/5359-PGP.html#5359-PGP_La_parcelle_44)

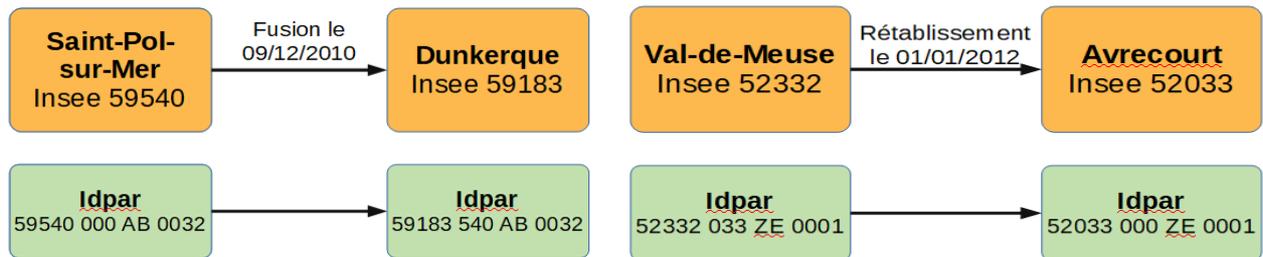
<sup>2</sup> Soit « Mise à jour des Informations cadastrales », le nom de la base de données de la Direction générale des Finances publiques

<sup>3</sup> Le codage de la parcelle sur 14 caractères est fréquemment observée, mais n'est donc pas une convention.

---

comporte à la fois le nouveau code INSEE et un suffixe de 3 chiffres reprenant l'ancien code INSEE de la commune fusionnée. Pour les communes rétablies (anciennement fusionnées), c'est ce suffixe qui devient les trois derniers chiffres du code INSEE de la commune rétablie. Autrement dit, par une comparaison multi-millésimes, il est possible de suivre une parcelle dans le temps, même avec un changement de commune. De plus, il est possible de dire si un identifiant de parcelle est modifié à cause d'une fusion ou d'un rétablissement de commune.

Par exemple, la parcelle 59 001 000 AA 0022 existe en 2012. En 2013, la commune 59 001 est absorbée par la commune 59002. La parcelle deviendra donc 59002 001 AA 0022.



Exemples de parcelles dans les communes fusionnées

Exemples de parcelles dans les communes rétablies

---

## Les remembrements

Les remembrements sont une opération de restructuration du sol ayant pour objet de remodeler le parcellaire existant. Dans ce cadre, il s'agit d'une opération transformant de nombreuses parcelles en de nombreuses autres. Il n'existe pas de relations directes entre les parcelles.

# Les bases de données utilisées

## Les Fichiers fonciers

Les Fichiers fonciers contiennent l'information sur les parcelles et leur état au 1<sup>er</sup> janvier de l'année du millésime. Ainsi, le millésime 2012 contiendra les parcelles présentes au 1<sup>er</sup> janvier 2012.

Outre le numéro de parcelle, les Fichiers fonciers contiennent toute l'information attributaire liée aux parcelles (usage, propriété...). Ces informations permettront des usages divers de la base multi-millésimes, et notamment l'évaluation de la consommation d'espaces.

## Les DFI (documents de filiation informatisés)

Les DFI sont une base de données reprenant l'historique des parcelles. Ce fichier est présent en open data sur [data.gouv.fr](http://data.gouv.fr)<sup>1</sup>, mis à disposition par la DGFIP depuis janvier 2018.

Le Fichier contient donc, pour chaque département, l'historique des opérations qu'ont subi les parcelles depuis 1990 (hors modifications communales ou remembrements).

### Forme et contenu des DFI

Les DFI sont retraités par le Cerema, afin d'obtenir une base de données contenant les colonnes suivantes :

- numéro de la transformation (appelé aussi identifiant de DFI),
- parcelle mère,
- parcelle fille,
- date,
- type de transformation.

Chaque ligne contient un couple parcelle-mère / parcelle fille. Un identifiant de DFI peut donc être présent sur plusieurs lignes. Par exemple, si la parcelle A se divise en 3 parcelles B, C et D, nous aurons les données présentes dans le tableau ci-dessous. Il s'agit donc du tableau représentatif d'un graphe (cf partie « représentation graphique »).

Par la suite, l'opération de transformation liée à un unique identifiant DFI sera nommée « filiation ».

id_dfi	Parcelle_mère	Parcelle_fille	Date	type
590010001	A	B	01/04/2012	division
590010001	A	C	01/04/2012	division
590010001	A	D	01/04/2012	division

Exemple d'une filiation

### Type de transformations présentes dans les DFI

Les DFI contiennent les transformations suivantes :

- division de parcelle : une parcelle mère A se divise en plusieurs parcelles filles (relation 1 → N),
- réunion de parcelle : plusieurs parcelles mères se réunissent en une seule parcelle fille (relation N → 1),
- transfert : une parcelle devient une autre parcelle (relation 1 → 1),

1 <https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/documents-de-filiation-informatises-dfi-des-parcelles/>

- extraction du domaine public : une parcelle est créée à partir du non-cadastré (relation 0 → 1),
- transfert vers le domaine public : une parcelle passe en non-cadastré. Elle « disparaît » donc de la base (relation 1 → 0).

Chaque transformation est exclusive des autres. En d'autres termes, si une parcelle A est créée à partir d'une parcelle B et de non cadastré, nous aurons la présence de deux transformations (Non cadastré vers X et réunion de X et B pour créer A).

### **Les DFI et les fusions de communes**

Lorsque deux communes fusionnent, les numéros de parcelles de la commune absorbée modifient leurs 8 premiers caractères. Ainsi, si deux communes fusionnent le 1<sup>er</sup> juin 2013, on trouvera :

- l'ancien numéro de la parcelle dans les Fichiers fonciers 2013 ex : 59001000AA0025
- le nouveau numéro dans les Fichiers fonciers 2014. ex : 59002001AA0025.

A l'inverse, les DFI sont mis à jour continuellement avec les fusions de communes, et ce même si les évolutions de parcelles ont lieu antérieurement à la fusion. Admettons que la parcelle est issue d'une évolution ayant eu lieu en 2009 (soit avant la fusion de commune) : elle sera répertoriée dans les DFI en tenant compte de la fusion de commune.

On aura alors une évolution du type 59002001AA0030 → 59002001AA0025, et ce même si les parcelles n'avaient pas ce nom au moment de l'évolution.

### **Notation dans le rapport**

Nous traiterons ainsi des deux bases de données :

- Fichiers fonciers pour obtenir les informations sur les parcelles,
- DFI pour traiter des évolutions de parcelles.

Il s'agira donc à la fois d'un stock au 1er janvier pour les FF, et d'un flux de transformation pour les DFI.

Pour faciliter la compréhension, les DFI seront présentés sous forme de flèches pleines, et les parcelles sous forme de rectangles.

## **Traitement général**

### **Résumé du traitement**

Le traitement s'opère en plusieurs étapes, de la plus simple à la plus complexe.

Dans un premier temps, la liaison est réalisée entre deux millésimes. Ces bi-millésimes sont ensuite fusionnées pour créer le fichier multi-millésimes.

Pour plus de facilité, nous établirons nos exemples sur le bi-millésime 2013-2014. Le traitement est cependant développé sur tous les bi-millésimes disponibles actuellement, à savoir 2009-2011, 2012-2013, 2013-2014, 2014-2015, 2015-2016 et 2016-2017.

Dès création des données 2018 des Fichiers fonciers, le traitement sera réalisé sur le bi-millésime 2017-2018.

### **Objectif général du traitement**

L'objectif du traitement est de réaliser l'appariement entre deux millésimes, c'est-à-dire :

- de faire une liaison entre une ou plusieurs parcelles du millésime N0 avec une

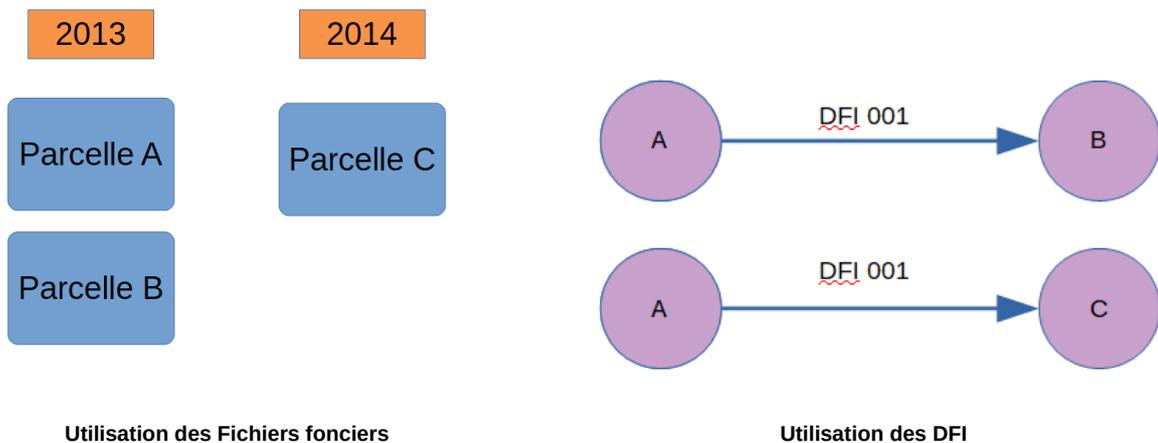
ou plusieurs parcelles du millésime N1.

- De faire l'agglomérat le plus petit possible entre les deux entités. Par exemple, si la parcelle A reste la parcelle A, il n'y a aucune raison de la réunir avec une autre parcelle.

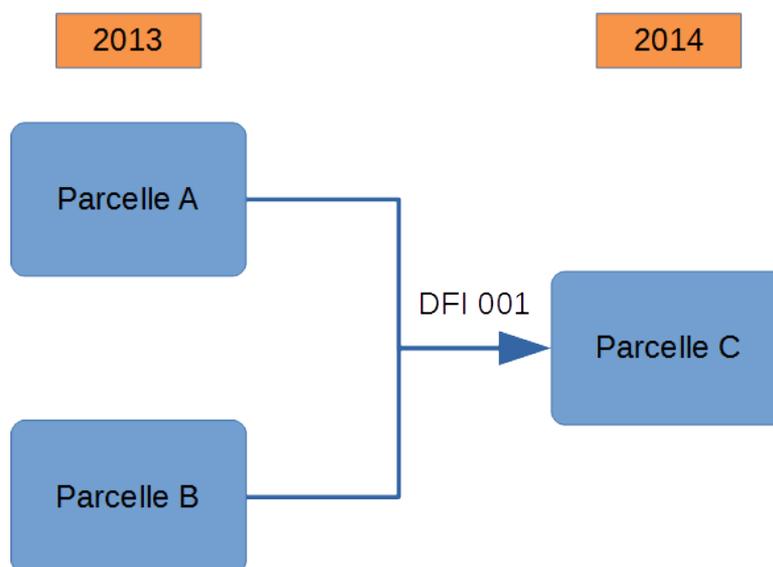
**Forme du rendu** La base de données aura donc la forme suivante :

Parcelles N0	Parcelles N1	Commentaire
[A]	[A]	La parcelle A est stable : elle est présente dans les deux millésimes
[B]	[C; D]	La parcelle B était présente sur le millésime N0. Elle s'est transformée en les parcelles C et D, présentes toutes les deux dans le millésime N1
[E ; F ; G]	[H ; I]	Les parcelles E, F et G, présentes dans le millésime N0, se sont transformées en les parcelles H et I, présentes dans le millésime N1
[K]	[Non Cadastré]	La parcelle K, présente dans le millésime N0, est passée en non cadastré
[L ; Non cadastré]	[M ; N]	Les parcelles M et N sont issues de la parcelle L et du non cadastré

**L'utilisation des DFI et des Fichiers fonciers** Les Fichiers fonciers constituent un stock au 1<sup>er</sup> janvier du millésime. À l'inverse, les DFI constituent un flux. Le travail consiste donc à faire coïncider les parcelles des Fichiers fonciers avec les DFI<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> De manière plus technique, il s'agit de reconstituer une structure de graphe, dont les parcelles Fichiers fonciers constituent les nœuds et les DFI des arcs (donc orientés). En particulier, le graphe résultant sera un graphe orienté acyclique, dont il s'agira d'extraire les composantes connexes. Il s'agit donc d'exploiter les apports de la théorie des graphes pour répondre au problème.



Résultat obtenu

**Un traitement en entonnoir** Le traitement sera réalisé par étapes, chacune d'entre elles permettra de mettre en relation des parcelles de l'année N0 avec des parcelles de l'année N1. Chaque étape classe donc un certain nombre de parcelles. L'étape suivante se concentrera uniquement sur les parcelles n'ayant pas été classées précédemment.

**La recherche d'un arbre pour l'opération** Le traitement revient donc à recréer un arbre, reprenant les liaisons entre les parcelles. On cherchera ensuite à repérer chaque arbre indépendant, c'est-à-dire toutes les parcelles en relations les unes avec les autres. Un exemple d'arbre indépendant, faisant la liaison entre les parcelles A et B d'un côté et C de l'autre est présenté ci-dessus.

### Étape 0 : création des tables parcellaires

Pour chaque parcelle présente dans les millésimes des Fichiers fonciers, on recrée un nom post-fusion de communes. Par exemple, si une fusion a eu lieu entre la commune 59001 et 59002, on renommera toutes les parcelles commençant par 59001000 en 59002001XXX.

Ce renommage permettra de réaliser les liaisons avec les DFI, qui comportent toujours les numéros de parcelles post-fusions, quelles que soient leurs dates.

### Traitement des évolutions communales

À partir de la liste des DFI, on repère :

- les communes stables dans le temps ;
- les communes ayant fusionné (dont les parcelles auront un code de type 01XXXYYY, avec YYY différent de 000). Dans ce cas, on saura que la commune 01XXX a absorbé la commune 01YYY.

La reconstitution de l'historique des communes ne se fera donc qu'à partir des identifiants de parcelles présents dans les DFI.

## Traitement des bi-millésimes

---

### Étape 1 : traitement des cas simples

La grande majorité des parcelles (99,1%) ne change pas entre deux millésimes. La première étape consiste donc à traiter ces parcelles, pour lesquelles il n'y a pas d'évolution.

Cette étape permet en outre de récupérer la liste des parcelles existantes dans le millésime N0 et absentes de N1 et inversement, qui seront ensuite traitées dans les étapes ultérieures.

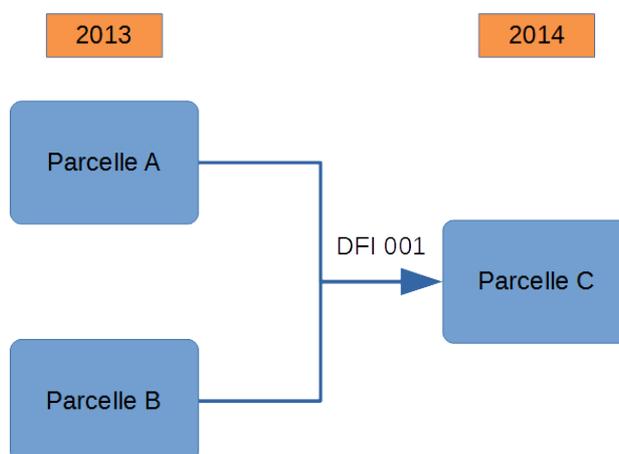
---

### Étape 2 : traitement des évolutions simples

On traite ensuite les évolutions simples de parcelles, c'est-à-dire les parcelles dont la totalité des parcelles mères et des parcelles filles est présente dans les deux millésimes.

Il faut ainsi vérifier :

- si l'intégralité des parcelles mères est présente dans le millésime N0,
- si l'intégralité des parcelles filles est présente dans le millésime N1,
- si ces parcelles sont reliées par une seule et unique filiation.



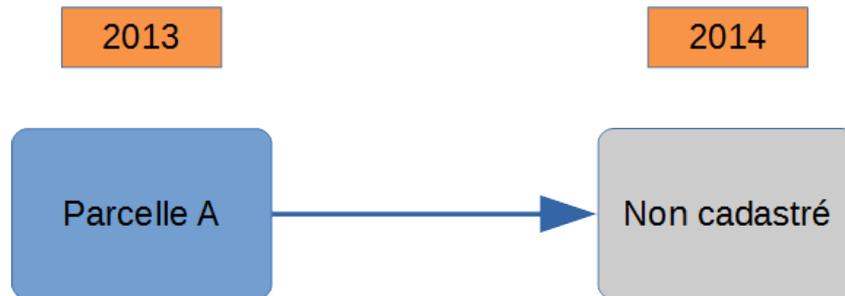
Exemple de liaison unique

**Traitement du non-cadastré**

Par définition, le non cadastré ne peut être présent dans les parcelles. On classe ensuite les parcelles :

- dont on retrouve la parcelle mère dans le millésime N0 et dont une filiation indique qu'elle passe en non-cadastré cette année.
- Ou dont on retrouve la parcelle fille dans le millésime N1 et dont une filiation indique qu'elle est issue du non-cadastré.

Dans les deux cas, il s'agit des parcelles qui apparaissent pour la première fois dans les millésimes.

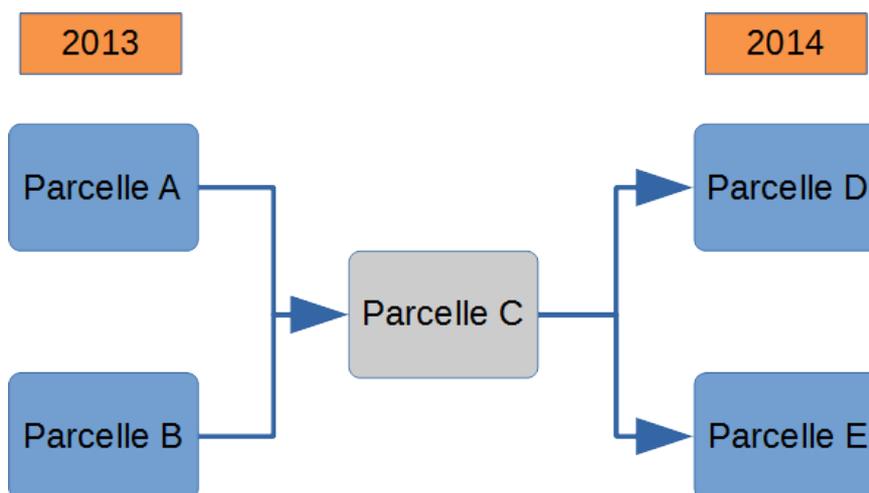


Exemple de passage en non-cadastré

**Étape 3 : traitement des évolutions complexes**

Il peut potentiellement se passer plusieurs évolutions de DFI entre deux millésimes des Fichiers fonciers. Dans ce cadre, il est nécessaire d'arriver à identifier l'ensemble des parcelles-mères et des parcelles-filles.

Dans l'exemple ci-dessous, les parcelles A et B sont présentes en 2013, et les parcelles D et E en 2014. Elles sont cependant liées par deux filiations qui passent par une parcelle C, qui n'aura pas le temps d'apparaître ni dans le millésime 2013, ni dans le millésime 2014 des Fichiers fonciers.



Exemple d'évolution complexe

**Mode de traitement** Il est ainsi nécessaire de repérer les parcelles étant en relation les unes avec les autres. Le travail est ainsi réalisé sur les DFI : on reprend, toutes les filiations comprises entre deux dates déterminées<sup>1</sup>. Il s'agit ainsi d'une liste des liaisons entre parcelles.

Le détail de cet algorithme est présenté en annexe.

On considère ainsi que les DFI sont liés entre eux à partir du moment où ils possèdent au moins un élément en commun<sup>2</sup>.

Parcelle N0	Parcelle N1	Identifiant DFI
A	B	001
A	C	001
B	D	002
B	E	002
Non Cadastré	F	003
D	G	004
F	G	004
H	J	005
I	J	005

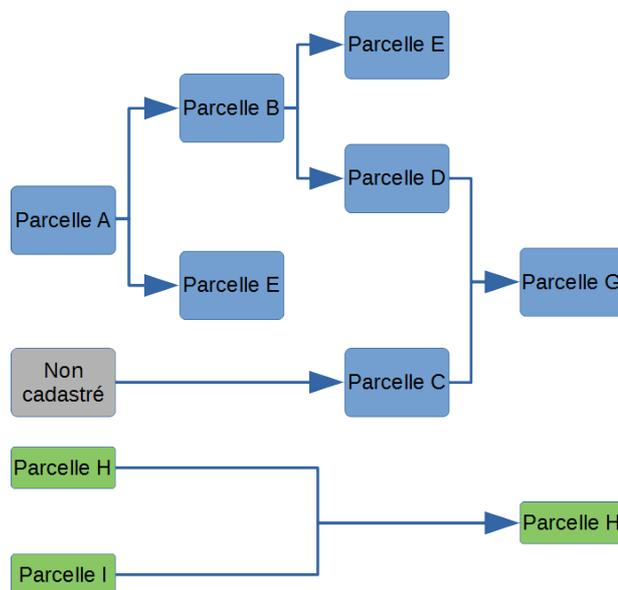


Tableau des filiations, tel que présents dans la base

Correspondance, sous forme de graphe, du tableau. Toutes les parcelles se verront donc attribuer la même « couleur », témoignant de leur appartenance à un même lot.

À ce stade, on ne sait cependant pas si ces parcelles sont présentes dans les Fichiers fonciers

**Traitement de l'arbre** Une fois que l'on a retracé les liaisons entre les arbres, on regarde les extrémités de chacun d'entre eux, à savoir les parcelles n'ayant pas de parcelle-mères ou pas de parcelles filles. Dans notre exemple précédent, il s'agit des parcelles A, H et I d'un côté, et E, G et J de l'autre.

On regarde ensuite si l'intégralité de ces extrémités sont présentes dans le millésime N0 ou N1 des Fichiers fonciers.

Dans notre exemple précédent, si les extrémités sont présentes, on insérera les lignes suivantes dans notre résultat :

Parcelle N0	Parcelle N1
[A ; Non cadastré]	[E ; G]
[H ; I]	[J]

1 La date de début correspond à la première date à laquelle on retrouve une correspondance entre un DFI et une parcelle. La date de fin est la dernière date.

2 En reprenant la structure de base, c'est-à-dire celle d'un graphe orienté, on applique sur celui-ci un algorithme permettant de repérer les composantes connexes du graphe.

#### Étape 4 : élagage des arbres

Lorsque les extrémités des arbres ne sont pas présentes dans les millésimes, on réalise un traitement pour « élaguer » les arbres, à savoir couper les branches inutiles.

Dans notre cas précédent, nous ne retrouvons pas la parcelle « G » dans le millésime N1. Cependant, nous retrouvons les parcelles D et F : il faut donc supprimer la dernière liaison (D+F → G).

#### Étape 5 : traitement des sauts de millésimes

À ce stade, nous avons traité la majeure partie des parcelles (99,85%). Il nous reste cependant, dans les deux millésimes N et N+1, des parcelles n'ayant pas réussi à s'unir, notamment pour des questions de « sauts de millésime ».

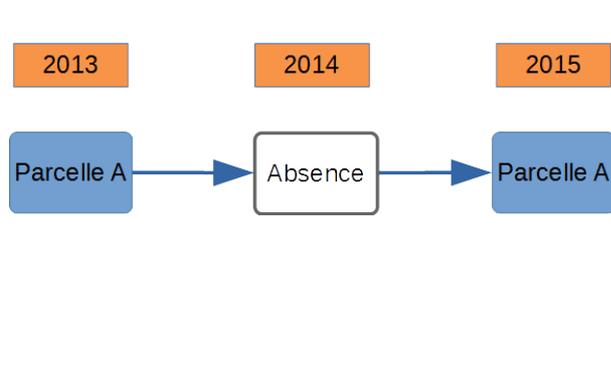
#### La problématique des sauts de millésime

Dans le peu de parcelles restantes, on observe parfois le phénomène suivant. Une parcelle A est présente en 2011, absente en 2012, puis à nouveau présente, sous la même forme, en 2013.

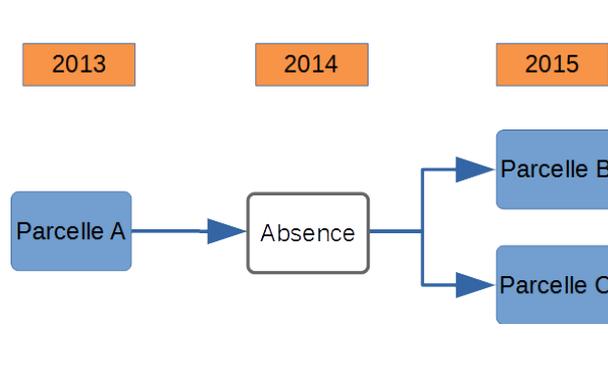
Ce phénomène peut se présenter sous diverses variantes :

- saut simple : une parcelle A est présente en 2011, absente en 2012 puis la parcelle A réapparaît en 2013.
- saut avec modification : selon les DFI, la parcelle A est censée se séparer en B et C. On retrouve A dans le millésime 2011, et B et C dans le millésime 2013. On ne retrouve cependant ni A, ni B, ni C dans le millésime 2012.
- Saut partiel avec modification : Nous avons, dans le millésime 2011 la parcelle A, qui est censée se séparer en B et C. Nous retrouvons B en 2012. Cependant, il faut attendre 2013 pour retrouver C.

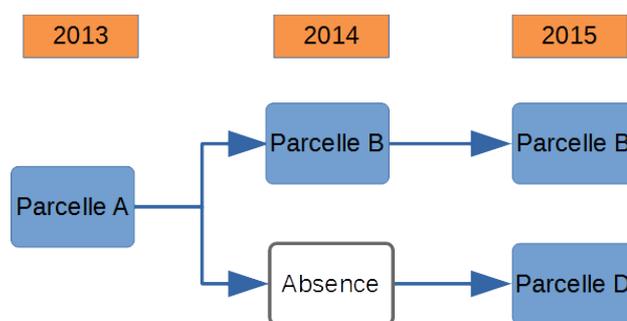
Il est à noter que les exemples précédents ont été présentés avec un seul saut de millésime. On peut cependant (rarement) retrouver des sauts de plusieurs millésimes. Ce phénomène reste toutefois très rare.



Exemple de saut « simple »

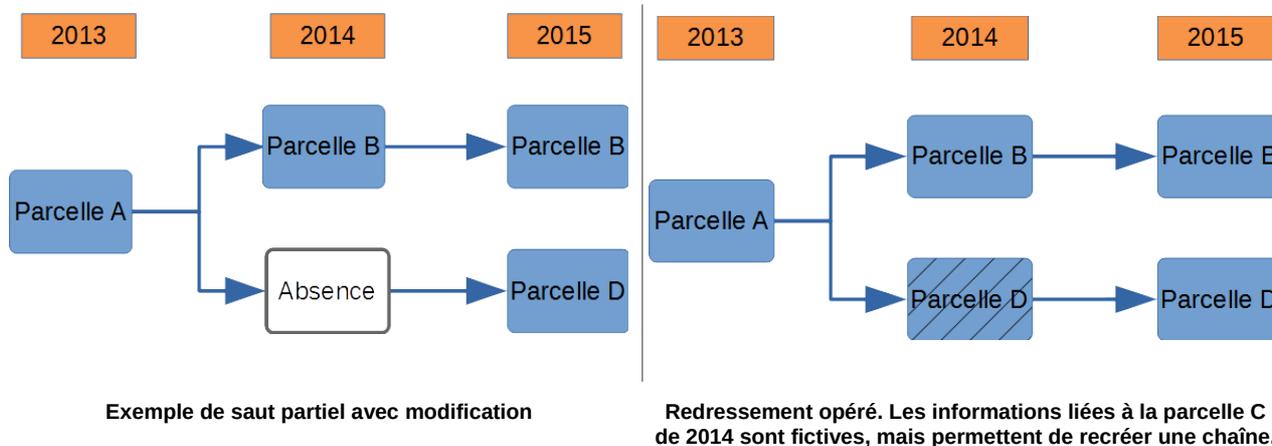


Exemple de saut « avec modification »



Exemple de saut « partiel avec modification »

**Méthode de traitement** Lors de notre traitement, nous repérons la parcelle manquante, et nous la reportons artificiellement, avec ses caractéristiques, dans un autre millésime. Il a été fait le choix méthodologique de systématiquement reprendre les caractéristiques de la parcelle figurant dans le millésime suivant.



## Étape 6 : fusion des éléments restants

À ce stade, il reste plusieurs éléments :

- les évolutions complexes avec sauts de millésimes
- des disparitions ou fusions de parcelles pour lesquelles on ne retrouve pas de filiation dans les DFI. Ces disparitions peuvent concerner tout type de modification.
- Des remembrements.

Il faut noter que les remembrements concernent la quasi-totalité des parcelles restantes (soit 0,15%).

Dans l'étape 6, toutes les parcelles restantes de l'année N d'une commune sont mises en relation avec toutes les parcelles restantes de l'année N+1 de cette commune.

---

## Contributions de chacune des étapes

Au niveau national, sur l'intégralité des millésimes, cela revient à traiter 630 043 600 parcelles, réparties comme suit :

Étape	Pourcentage de parcelles traitées
Étape 1 (stabilité)	99,14 %
Étape 2 (lien direct avec les DFI)	0,66 %
Étapes 3 et 4 (liaisons complexes)	0,03 %
Étape 5 (sauts de millésimes)	0,01 %
Étape 6	0,15 %

Cependant, il est nécessaire de rappeler que les phénomènes que l'on souhaite observer sont situés dans les parcelles qui suivent une évolution. Par exemple, les étapes 3 et 4 sont peu nombreuses par rapport au stock global des parcelles, mais concernent majoritairement des projets d'aménagement, pour lesquels l'observation est importante.

Il est donc nécessaire de pondérer les chiffres présents, en rappelant que les phénomènes intéressants à observer sont situés dans les étapes 2 et ultérieures.

## Réalisation de la table multi-millésime

### Réalisation de la table finale

A ce stade, nous avons donc les liaisons entre les tables bi-millésimes. Il s'agit à ce stade de recréer une table unique multi-millésime. L'identifiant de cette table sera nommé idilot. Ces îlots constitueront ainsi un périmètre stable au cours de tous les millésimes.

Lors de l'arrivée d'autres millésimes des Fichiers fonciers, la totalité de ces îlots sera donc recalculée.

### Forme de la table finale

La table finale aura ainsi la structure suivante, après ajout des champs thématiques (cf infra) :

2009	2011	2012	nblocal2012	nblocal2013
[A]	[A}	[B ; C]	0	0
[F]	[F]	[F]	2	7
[G ; H]	[I ; J ; K]	[I ; J ; K]	3	3

### Méthode pour créer la table finale

À partir des tables bi-millésimes, nous reprenons les liaisons donnant lieu à modification. En d'autres termes, il s'agit des liaisons établies dans les étapes 2 et suivantes.

### Mise en place de la table des liaisons entre parcelles

On transforme ces liaisons en une base de deux colonnes, mettant en lieu deux parcelles. Une liaison entre les parcelles [G; H] et [I;J;K] sera ainsi transformée en le tableau suivant :

Colonne1	Colonne2
G	I
G	J
G	K
G	I
H	I

Toutes ces liaisons, dans la totalité des bi-millésimes, est insérée dans ce tableau à deux colonnes.

### Définition et détermination des lots

On réalise sur ce tableau multi-millésime l'algorithme de recherche de graphes connexes (cf annexe), de la même manière que lors de l'étape 3. Un indicateur, commun à toutes les parcelles qui partagent une liaison, et ce quel que soit le millésime, sera créé.

Colonne1	Colonne2	Bi-Millésime concerné	Identifiant du lot
G	I	2012-2013	lot1
G	J	2012-2013	lot1
G	K	2012-2013	lot1
G	I	2012-2013	lot1
H	I	2012-2013	lot1
I	L	2013-2014	lot1
I	M	2013-2014	lot1

**Création de la table de correspondance**

À partir de cette table, on crée une table de correspondance, qui décrira à quel lot appartient chaque parcelle. En d’autres termes, il s’agira de la table suivante, qui reprend la totalité des parcelles présentes pour la totalité des millésimes :

idpar	lot
G	lot1
H	lot1
I	lot1
J	lot1
K	lot1
L	lot1
M	lot1

**Création de la table finale**

À partir de la table précédente, on regroupe les tables bi-millésimes selon l’appartenance à ces lots. On réalise une jointure, sur l’identifiant du lot, entre tous ces bi-millésimes pour obtenir la table finale, qui sera donc du type :

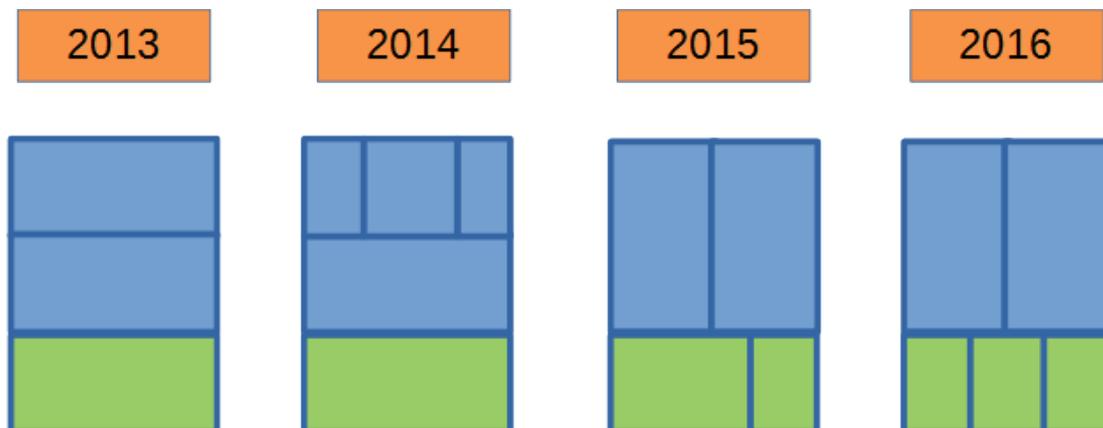
Idlot	2009	nblocal 2009	2011	nblocal 2011	2012	nblocal 2012	2013	nblocal 2013	geometry
lot1	[A]	0	[A]	0	[B ; C]	0	[D ; E]	0	
lot2	[F]	0	[F]	2	[F]	2	[F]	7	
lot3	[G ; H]	0	[I ; J ; K]	0	[I ; J ; K]	3	[I ; J ; L ; M]	3	

**Signification thématique de l’îlot**

L’îlot est le plus petit périmètre stable au cours de la période considérée. En d’autres termes, ce périmètre global ne change pas : tout au plus ses subdivisions changent. Pour une parcelle sans changement sur toute la période, l’îlot sera égal à la parcelle.

L’îlot est donc un espace de projet. Il s’agit de l’agglomération de parcelles se modifiant. C’est à partir de cet îlot que l’on pourra donc tenter de repérer les projets d’urbanisme, à savoir les lotissements ou zones d’activités.

Il faut toutefois rappeler que le contour de l’îlot est refait chaque année : le l’îlot du multi-millésime 2009 – 2016 ne sera ainsi pas forcément le même que le l’îlot du multi-millésime 2009 – 2017.



Identification des îlots. Toutes les parcelles en bleu appartiennent au lot 1, et toutes les parcelles en vert appartiennent au lot 2.

## Conclusion et intérêt de l'étude

---

### Une table en cours de création

Ce rapport ne présente ainsi que la méthodologie générale, celle-ci pouvant évoluer par la suite.

La méthodologie présentée ci-dessus permet ainsi de suivre l'évolution d'un ensemble de parcelles stables tout au long de leur vie. Au cœur d'un même îlot, on peut ainsi observer les compositions / recompositions de parcelles.

À ce titre, il serait ainsi possible de suivre, sur chacun de ces îlots, les évolutions physiques telles que présentées dans les Fichiers fonciers. À ce titre, il pourrait être possible de suivre des opérations de construction au sein de ces mêmes îlots.

Le premier usage de cette table serait le calcul de la consommation d'espaces à partir des Fichiers fonciers. Cette méthodologie particulière sera donc développée dans un autre rapport.

---

### Ajout des champs thématiques

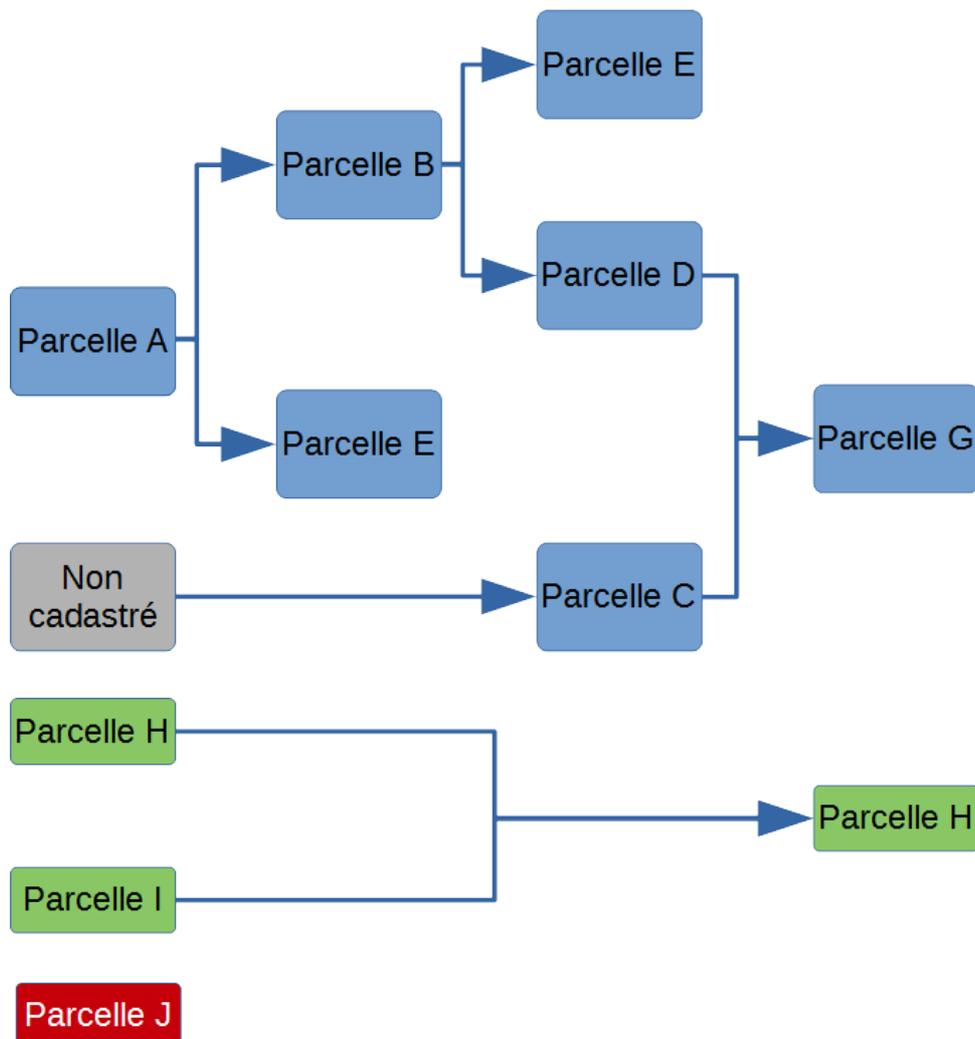
En parallèle de ce traitement, des champs thématiques présents dans les Fichiers fonciers pourront être inclus.

En particulier, il est possible d'inclure des champs relatifs à la consommation des espaces naturels, agricoles et forestiers.

## Annexe : algorithme de recherche de composantes connexes d'un graphe

### Lien avec le problème

Notre base de données est constituée de nombreux liens entre parcelles, constitués par les filiations. Nous souhaitons retrouver les îlots, c'est-à-dire étiqueter toutes les parcelles ayant au minimum un lien entre elles.



Exemple de base de données : nous souhaitons ainsi distinguer le groupe des parcelles bleues (qui ont un lien, même indirect, entre elles), le groupe des parcelles vertes et le parcelle J, isolée. Nous aurons donc 3 îlots.

**Formulation mathématique** En théorie des graphes, retrouver les îlots indépendants est équivalent à la recherche des composantes connexes d'un graphe non orienté.

**Structuration de la base de données** Nos données sont stockées dans une base de données relationnelles, ce qui entraîne un stockage de l'arbre sous forme de liste d'adjacence. Dans l'exemple précédent, ce sera donc sous la forme suivante :

Début	Fin
A	B
A	C
B	D
B	E
Non Cadastéré	F
D	G
F	G
H	J
I	J

Exemple de liste d'adjacence

---

### Implémentation classique de l'algorithme

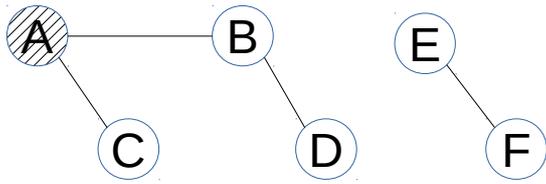
De manière classique, pour rechercher les composantes connexes du graphe, un simple parcours en profondeur du graphe suffit. En d'autres termes, il s'agit de l'algorithme suivant :

1. choisir au hasard un sommet non marqué
2. marquer ce sommet. Cette marque ou « couleur » constituera le nom (ou la « couleur » de l'îlot).
- 3.

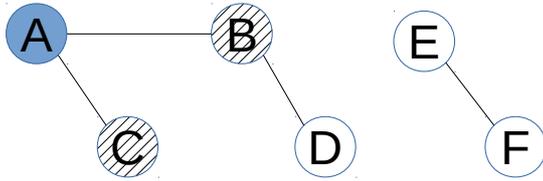
Si ce sommet a des liens avec des sommets non marqués, les marquer et rechercher leurs descendants.

Si ce sommet n'a pas de lien avec des sommets non marqués, arrêter.

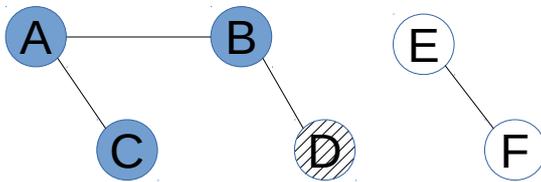
S'il existe, dans l'ensemble de la base, des sommets non marqués, reprendre à l'étape 1 et choisir une autre couleur. Sinon, stopper l'algorithme.



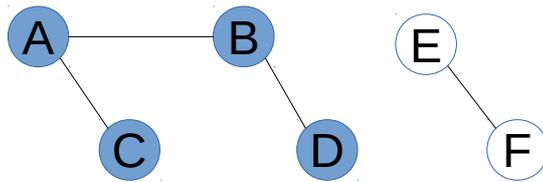
On choisit au hasard le sommet « A »



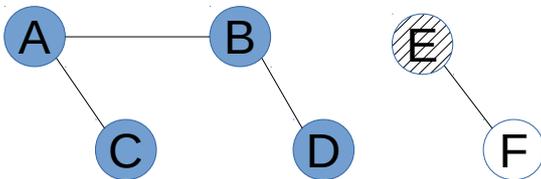
On marque (ici en bleu) le sommet A et on recherche ses descendants (ici B et C)



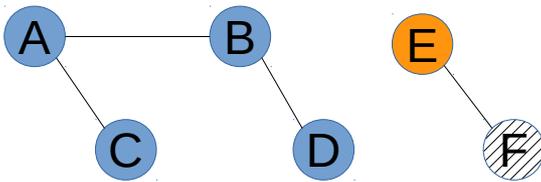
On applique l'algorithme aux descendants (B et C), et on les marque dans la même couleur.



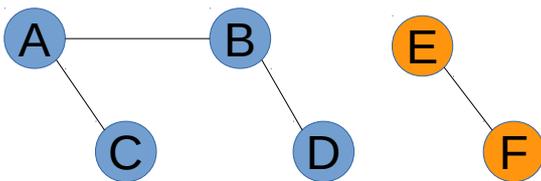
Le sommet D est marqué mais n'a pas de descendants.



On recherche donc au hasard un autre sommet parmi les sommets non marqués. Ce sera donc le sommet E



On colore le sommet E en orange, et on lui applique la même méthode



Tous les sommets sont colorés : l'algorithme s'arrête

---

## Implémentation actuelle de l'algorithme

Notre graphe a plusieurs propriétés :

- il est constitué de très nombreux graphes connexes. En d'autres termes, il est très éparpillé, et il résultera de cet algorithme un très grand nombre de composantes connexes.
- Notre graphe est stocké dans une base de données relationnelles, qui rend plus difficile le parcours systématique en profondeur. En particulier, le parcours du graphe par récurrence s'avère plus complexe et moins rapide.

En conséquence, il est nécessaire d'adapter l'algorithme.

### *Principe de base*

L'algorithme parcourt donc la liste d'adjacence, de la première à la dernière ligne. Il faut rappeler ainsi que chaque ligne de la liste d'adjacence correspond à un arc (liaison entre deux sommets)

1. L'arc considéré n'a pas de couleur (toujours vrai par construction)

2. Rechercher si l'arc est relié à un sommet déjà étiqueté.

    Si ce n'est pas le cas, lui assigner une nouvelle couleur (cas 1)

    Si l'arc est relié à un sommet déjà étiqueté, lui assigner la couleur du sommet étiqueté (cas 2)

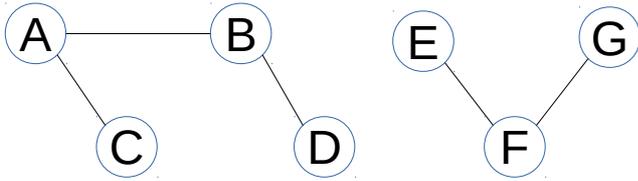
    Si l'arc est relié à deux sommets étiquetés de deux couleurs différentes (ex : bleu et rouge) (cas 3) :

        Étiqueter l'arc avec une des couleurs (ex : bleu)

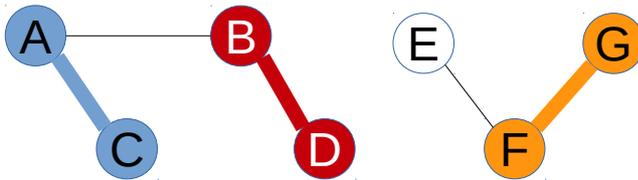
        Rechercher, dans toute la base, les arcs de couleur rouge et les transformer en arcs de couleur bleue.

3. Passer à l'arc suivant

4. S'il s'agit de la dernière ligne, stopper l'algorithme.

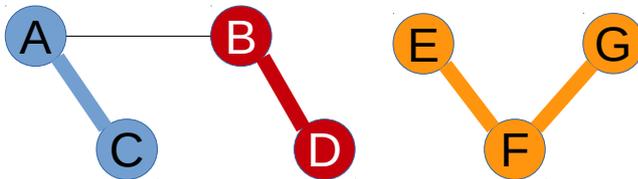


Arbre de départ : on sélectionne un arc au hasard (en réalité, il s'agit du premier arc présent dans la liste)

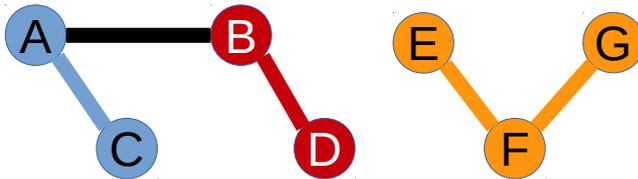


Si cet arc n'est pas relié à un sommet étiqueté, colorier l'arc (et les sommets correspondants) d'une nouvelle couleur. Par exemple, à gauche, les arcs A-C, B-D, F-G bénéficient d'une nouvelle couleur (cas 1).

Dans les faits, ces 3 arcs seront examinés successivement

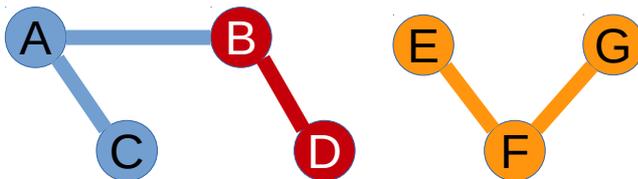


L'arc E-F est relié à un sommet déjà colorié (ici le sommet E, en orange). Il reprendra donc la couleur du sommet (cas 2)

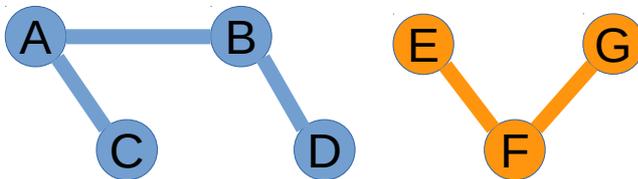


L'arc A-B est relié à deux sommets déjà coloriés (en bleu et en rouge).

Dans ce cas,



1. On colorie l'arc A-B avec l'une des couleurs (ici bleu)



2. On « repeint » la couleur rouge par la couleur bleue (on transforme la couleur 2 en couleur 1)

Tous les sommets sont coloriés : l'algorithme s'arrête



**Cerema Nord-Picardie** -44 Ter , rue Jean BART - CS 20275 - 59019 LILLE Cedex  
Tél : 03 20 49 60 00 – Fax : 03 20 53 15 25 – Courriel : [DTerNP@cerema.fr](mailto:DTerNP@cerema.fr)

Siège social : Cité des Mobilités - 25, avenue François Mitterrand - CS 92 803 - F-69674 Bron Cedex - Tél : +33 (0)4 72 14 30 30

Établissement public – Siret : 130 018 310 00313 - TVA Intracommunautaire : FR 94 130018310 - [www.cerema.fr](http://www.cerema.fr)