

Contribution à l'algorithmique distribuée dans les réseaux mobiles ad hoc

-

Calculs locaux et réétiquetages de graphes dynamiques

Arnaud Casteigts
arnaud.casteigts@labri.fr

Dir. Serge Chaumette

27 septembre 2007



Plan de l'exposé

Plan du document

- 1 Modèles de calculs
- 2 Synchronisation
- 3 Analyse
- 4 Développements
- 5 Génie logiciel

Plan de l'exposé

Plan du document

- 1 Modèles de calculs
- 2 Synchronisation
- 3 Analyse
- 4 Développements
- 5 Génie logiciel

Plan de l'exposé

Plan du document

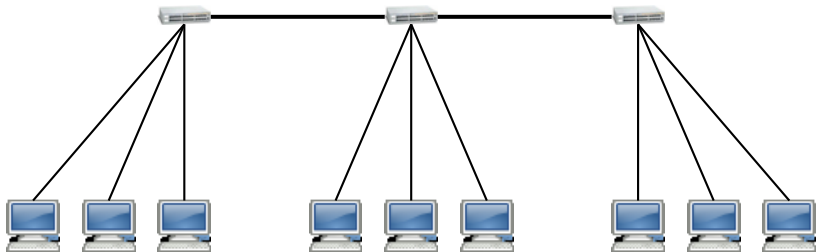
- 1 Modèles de calculs
- 2 Synchronisation
- 3 Analyse
- 4 Développements
- 5 Génie logiciel

Plan de l'exposé

- 1 Introduction
- 2 Réétiqetages de graphes
 - Graphes statiques
 - Graphes dynamiques
- 3 Analyse
 - Graphes évolutifs
 - Caractérisations
 - Classification
- 4 Développements

Types de réseaux

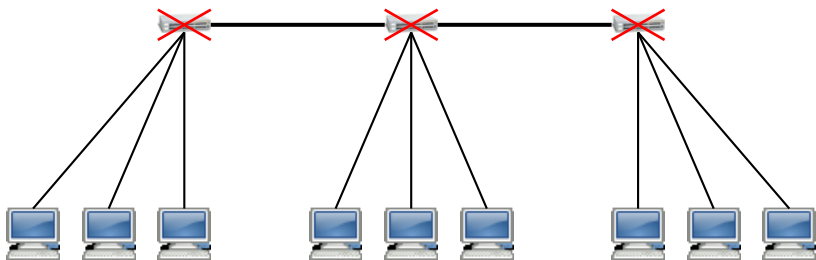
Réseau avec infrastructure :



- Utilisation de dispositifs centralisants
- Communications régies par ces dispositifs

Types de réseaux

Réseau avec infrastructure :



- Utilisation de dispositifs centralisants
- Communications régies par ces dispositifs

Types de réseaux

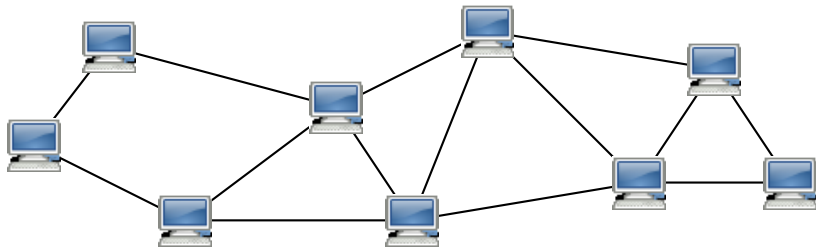
Réseau sans infrastructure (ou *ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

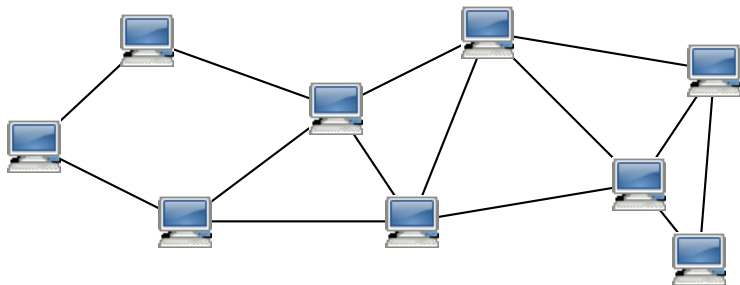
Réseau sans infrastructure (ou *ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

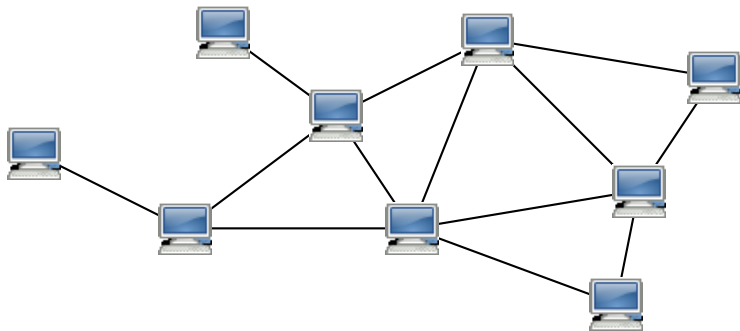
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

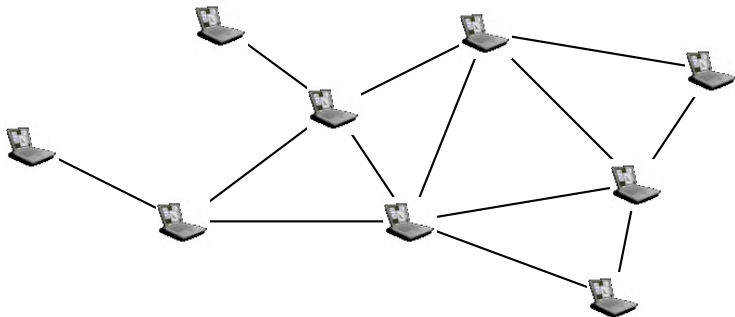
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

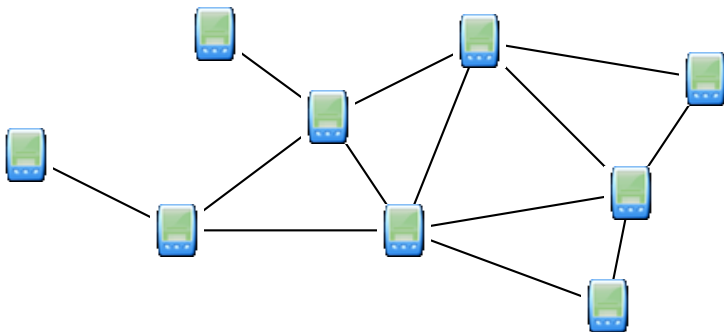
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

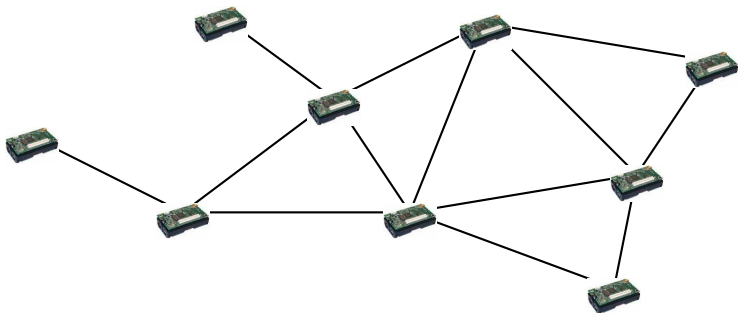
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

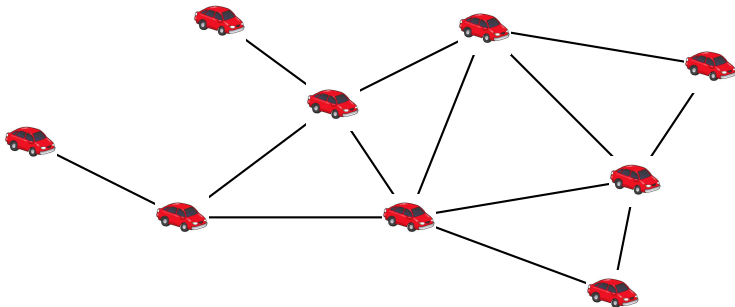
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

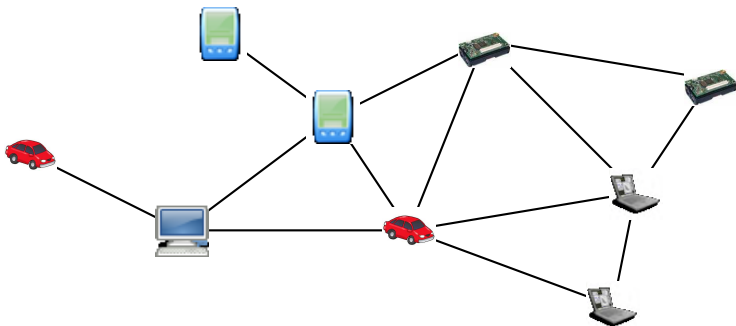
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

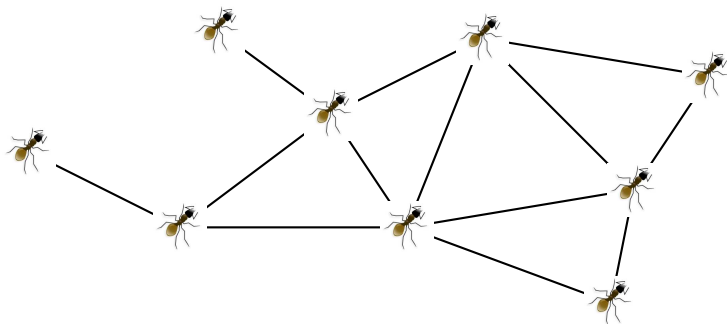
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

Types de réseaux

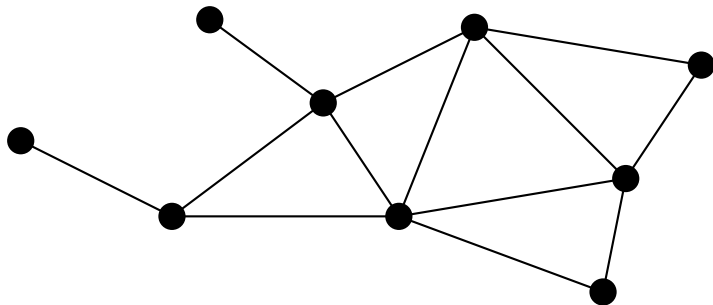
Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

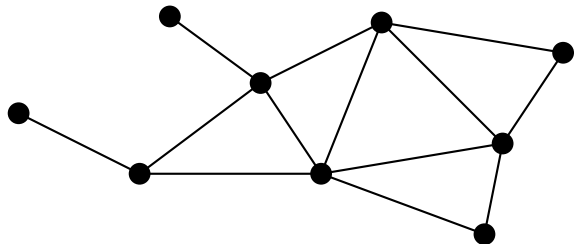
Types de réseaux

Réseau dynamique sans infrastructure (ou *mobile ad hoc*) :



- Pas de dispositifs centralisants
- Nécessité de communiquer directement, de proche en proche

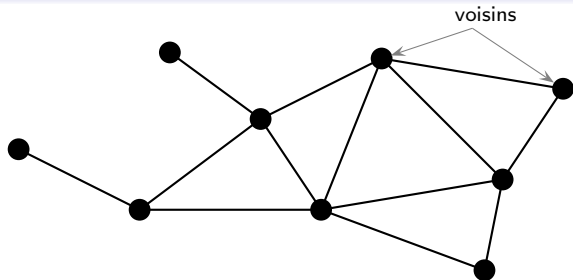
Graphes



Graphe $G = (V, E)$

- V = ensemble de sommets (éléments du réseau)
- E = ensemble d'arêtes (liens de communications)

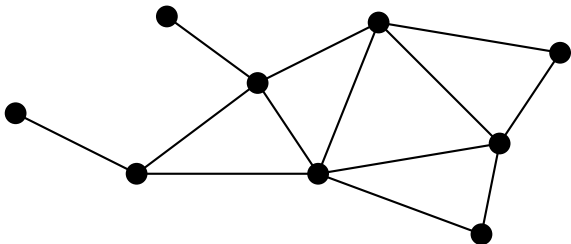
Graphes



Graphe $G = (V, E)$

- V = ensemble de sommets (éléments du réseau)
- E = ensemble d'arêtes (liens de communications)
- voisins réciproques [Troël, Weis, Banâtre 2003]

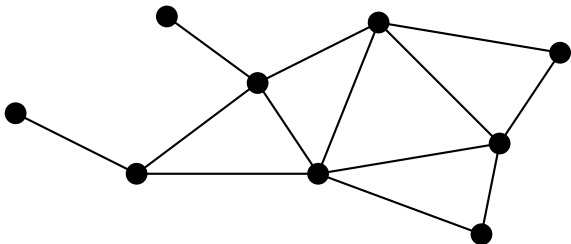
Algorithmique distribuée



Système distribué

- Système distribué : ensemble d'entités de calcul autonomes qui collaborent dans le but d'effectuer une tâche commune

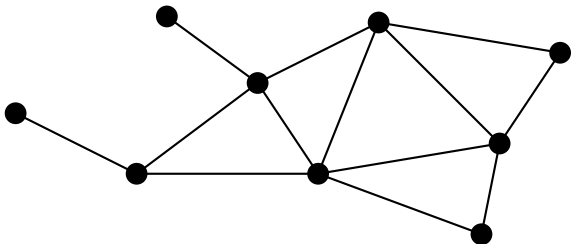
Algorithmique distribuée



Système distribué

- Système distribué : ensemble d'entités de calcul autonomes qui collaborent dans le but d'effectuer une tâche commune
- Algorithmique distribuée : discipline qui étudie les mécanismes par lesquels s'opèrent ces collaborations

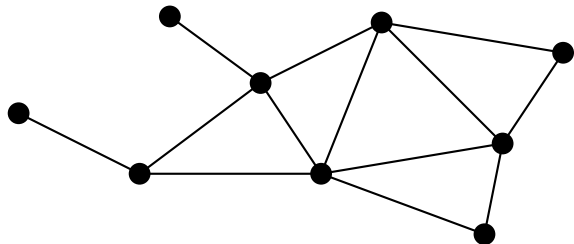
Algorithmique distribuée



Système distribué

- Système distribué : ensemble d'entités de calcul autonomes qui collaborent dans le but d'effectuer une tâche commune
- Algorithmique distribuée : discipline qui étudie les mécanismes par lesquels s'opèrent ces collaborations
- Problèmes fondamentaux récurrents

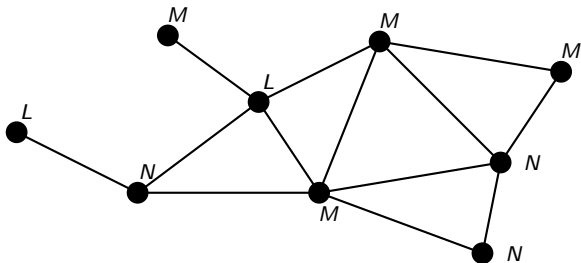
Réétiquetages de graphes



Grphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$

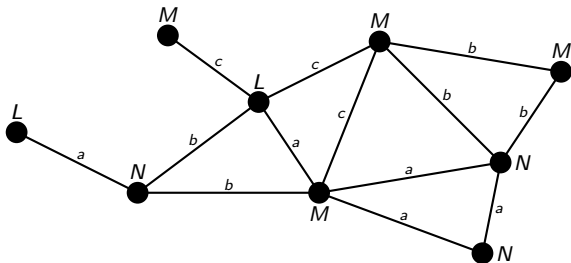
Réétiquetages de graphes



Grphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état

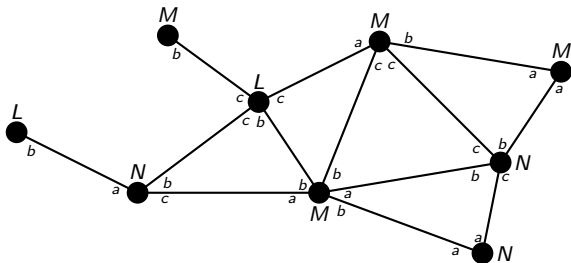
Réétiquetages de graphes



Grphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état

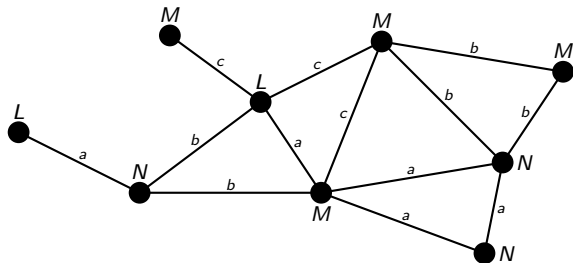
Réétiquetages de graphes



Grphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état

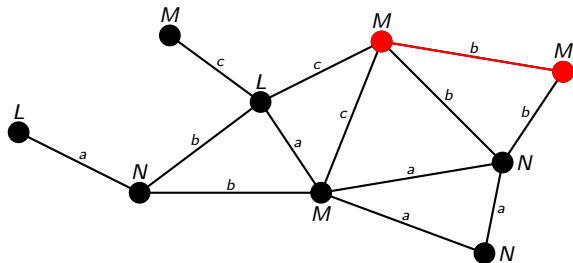
Réétiquetages de graphes



Graphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état
- Modélisation des opérations de calcul par des réétiquetages [Litovsky, Métivier, Sopena 1999]

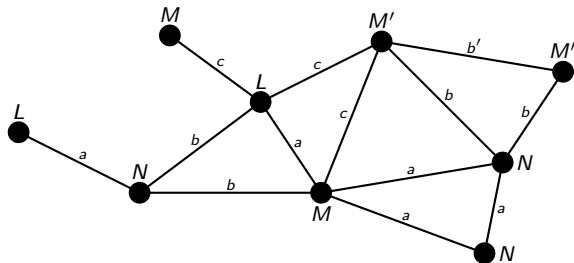
Réétiquetages de graphes



Graphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état
- Modélisation des opérations de calcul par des réétiquetages [Litovsky, Métivier, Sopena 1999]

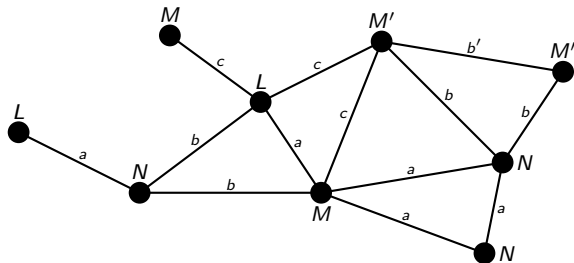
Réétiquetages de graphes



Graphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état
- Modélisation des opérations de calcul par des réétiquetages [Litovsky, Métivier, Sopena 1999]

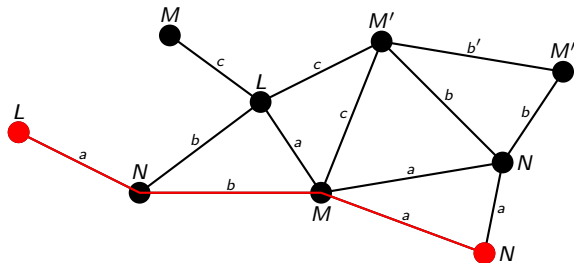
Réétiquetages de graphes



Graphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état
- Modélisation des opérations de calcul par des réétiquetages [Litovsky, Métivier, Sopena 1999], langage dédié (p.ex. LIDiA [Mosbah, Ossamy 2004])

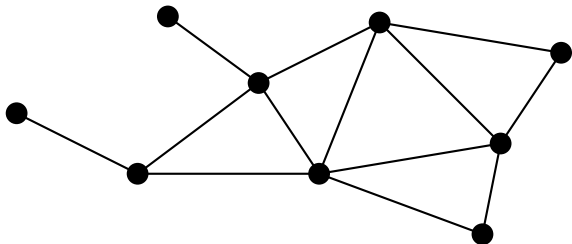
Réétiquetages de graphes



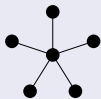
Grphe étiqueté (G, λ)

- $G = (V, E)$
- Fonction d'étiquetage λ , qui associe aux éléments du graphe (sommets, arêtes, ou les deux), une ou plusieurs étiquettes représentant leur état
- Modélisation des opérations de calcul par des réétiquetages [Litovsky, Métivier, Sopena 1999], langage dédié (p.ex. LIDiA [Mosbah, Ossamy 2004])

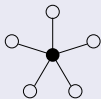
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte

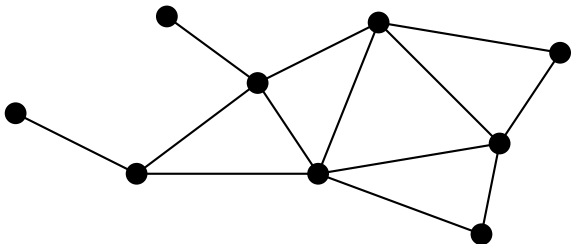


Paire fermée



Paire ouverte

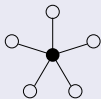
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



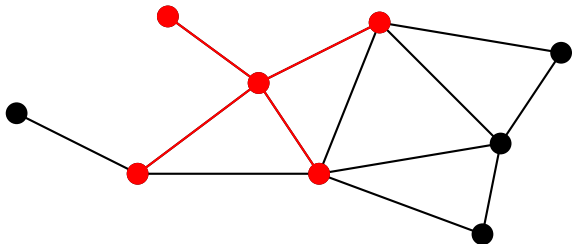
Paire fermée



Paire ouverte



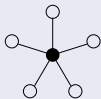
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



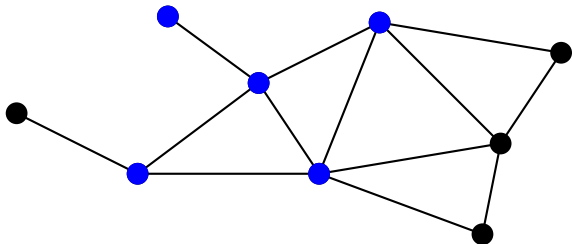
Paire fermée



Paire ouverte



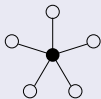
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



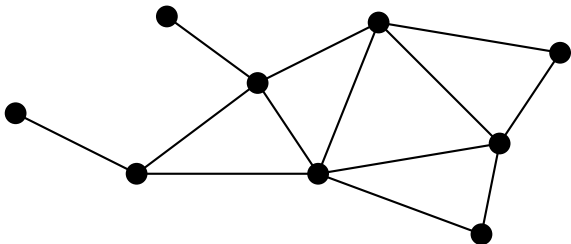
Paire fermée



Paire ouverte



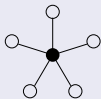
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



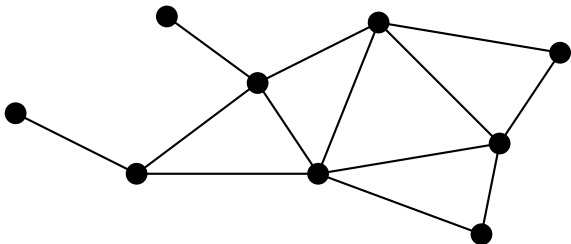
Paire fermée



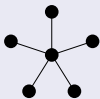
Paire ouverte



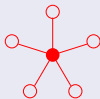
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



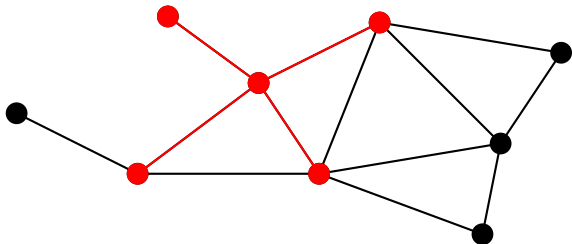
Paire fermée



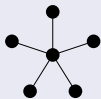
Paire ouverte



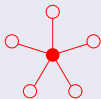
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



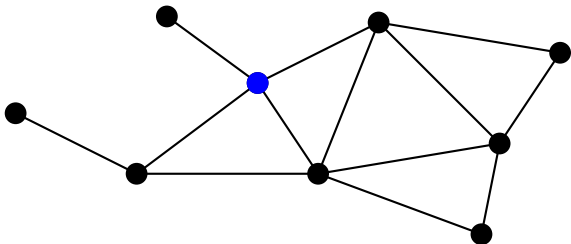
Paire fermée



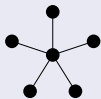
Paire ouverte



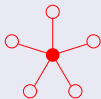
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



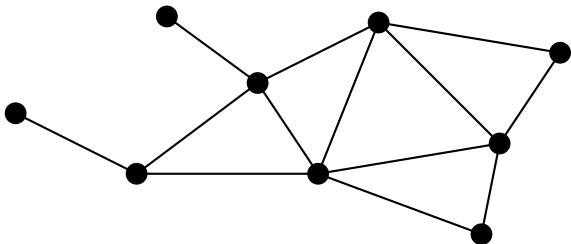
Paire fermée



Paire ouverte



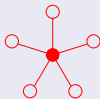
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



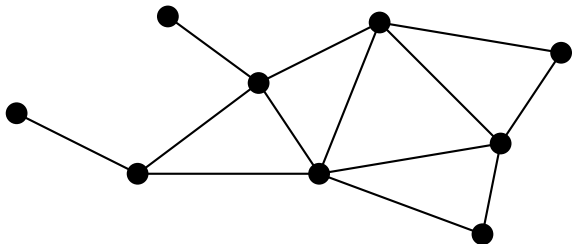
Paire fermée



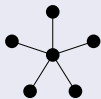
Paire ouverte



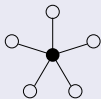
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



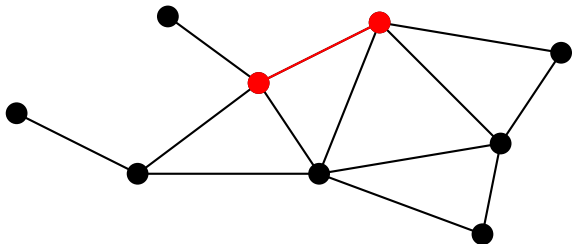
Paire fermée



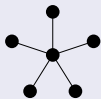
Paire ouverte



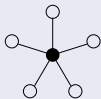
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



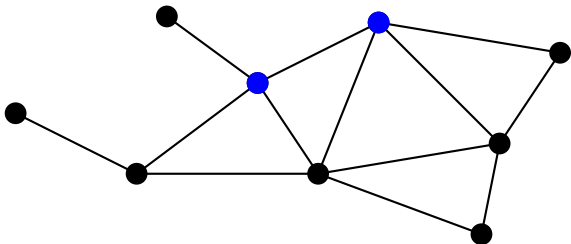
Paire fermée



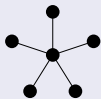
Paire ouverte



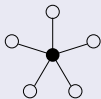
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



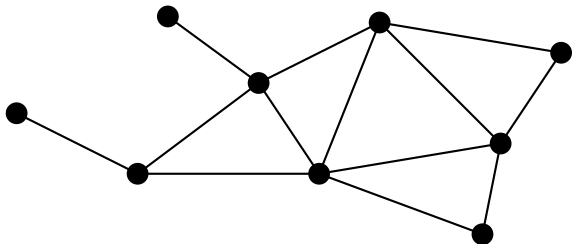
Paire fermée



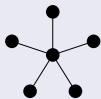
Paire ouverte



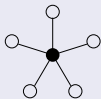
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



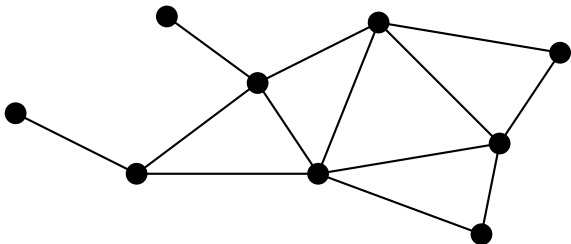
Paire fermée



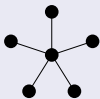
Paire ouverte



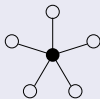
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte

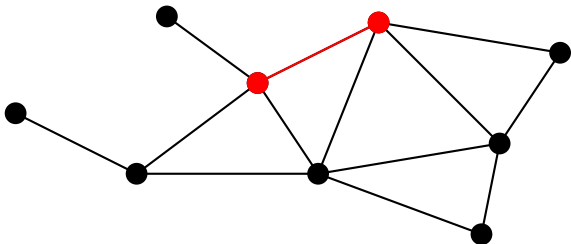


Paire fermée

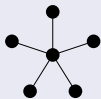


Paire ouverte

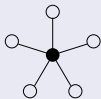
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte

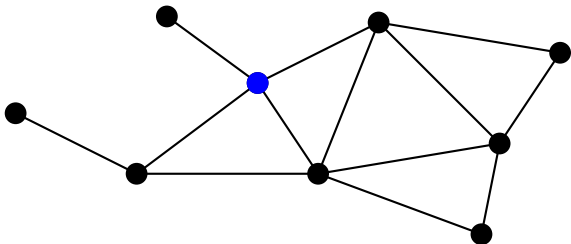


Paire fermée

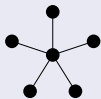


Paire ouverte

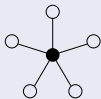
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte

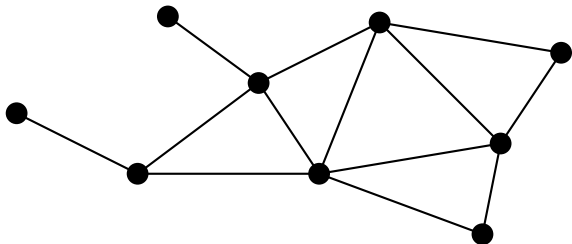


Paire fermée

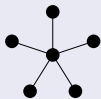


Paire ouverte

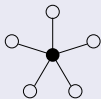
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte

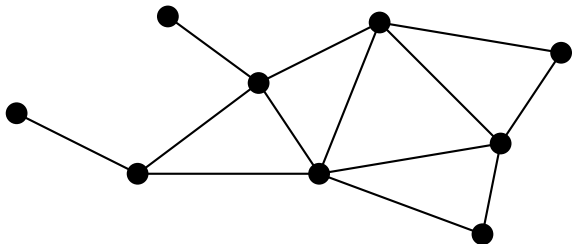


Paire fermée

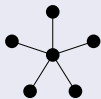


Paire ouverte

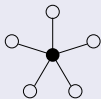
Calculs locaux



Différents modèles de calculs locaux [Chalopin, Métivier, Zielonka 2004]



Étoile fermée



Étoile ouverte



Paire fermée

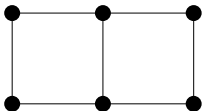


Paire ouverte



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

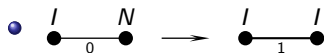


Algorithme

États initiaux :

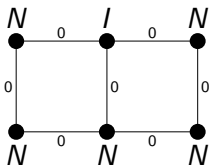
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

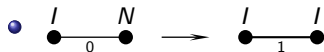


Algorithme

États initiaux :

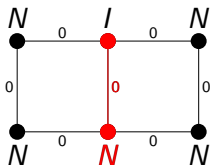
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

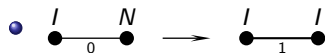


Algorithme

États initiaux :

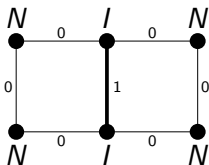
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

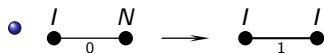


Algorithme

États initiaux :

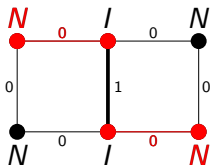
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

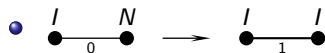


Algorithme

États initiaux :

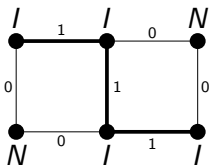
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

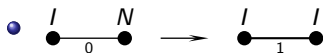


Algorithme

États initiaux :

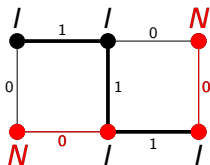
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

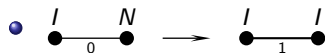


Algorithme

États initiaux :

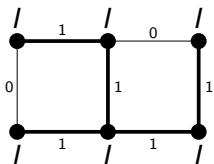
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

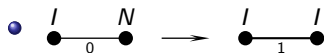


Algorithme

États initiaux :

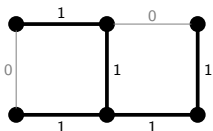
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

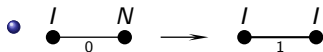


Algorithme

États initiaux :

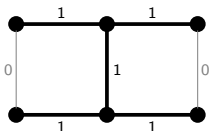
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

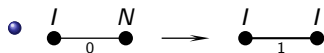


Algorithme

États initiaux :

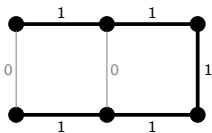
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

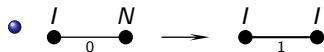


Algorithme

États initiaux :

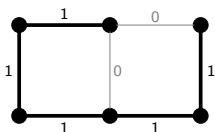
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe

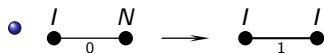


Algorithme

États initiaux :

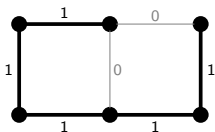
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe



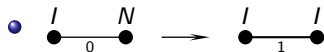
⇒ Synchronisation

Algorithme

États initiaux :

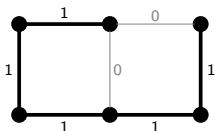
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe



⇒ Synchronisation

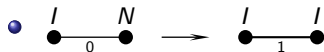
[Métivier, Saheb, Zemhari 2000, 2002, 2003]

Algorithme

États initiaux :

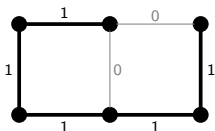
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe



⇒ Synchronisation

[Métivier, Saheb, Zemhari 2000, 2002, 2003]

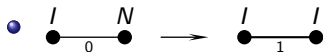
[Casteigts, Chaumette 2006]

Algorithme

États initiaux :

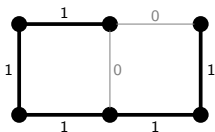
- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Exemple : construction d'un arbre couvrant

Graphe



⇒ Synchronisation

[Métivier, Saheb, Zemmari 2000, 2002, 2003]

[Casteigts, Chaumette 2006]

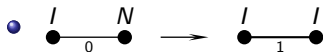
[Albert *et al.* 2007]

Algorithme

États initiaux :

- I pour un sommet distingué
- N pour les autres sommets
- 0 pour les arêtes

Règles de réétiquetage :



Problématique des graphes dynamiques

Événements topologiques

- Apparition d'un nouveau lien de communication (ajout d'une arête)
- Disparition d'un lien de communication (suppression d'une arête)
- Allumage d'un élément du réseau (ajout d'un sommet)
- Extinction d'un élément du réseau (suppression d'un sommet)

Problématique des graphes dynamiques

Événements topologiques

- Apparition d'un nouveau lien de communication (ajout d'une arête)
- Disparition d'un lien de communication (suppression d'une arête)
- Allumage d'un élément du réseau (ajout d'un sommet)
- Extinction d'un élément du réseau (suppression d'un sommet)

Gestion des événements topologiques

- Exploitation des nouveaux liens de communication

Problématique des graphes dynamiques

Événements topologiques

- Apparition d'un nouveau lien de communication (ajout d'une arête)
- Disparition d'un lien de communication (suppression d'une arête)
- Allumage d'un élément du réseau (ajout d'un sommet)
- Extinction d'un élément du réseau (suppression d'un sommet)

Gestion des événements topologiques

- Exploitation des nouveaux liens de communication
- Réaction à la rupture d'un lien de communication

Problématique des graphes dynamiques

Événements topologiques

- Apparition d'un nouveau lien de communication (ajout d'une arête)
- Disparition d'un lien de communication (suppression d'une arête)
- Allumage d'un élément du réseau (ajout d'un sommet)
- Extinction d'un élément du réseau (suppression d'un sommet)

Gestion des événements topologiques

- Exploitation des nouveaux liens de communication
- Réaction à la rupture d'un lien de communication
- Gestion des sommets ?

Problématique des graphes dynamiques

Événements topologiques

- Apparition d'un nouveau lien de communication (ajout d'une arête)
- Disparition d'un lien de communication (suppression d'une arête)
- Allumage d'un élément du réseau (ajout d'un sommet)
- Extinction d'un élément du réseau (suppression d'un sommet)

Gestion des événements topologiques

- Exploitation des nouveaux liens de communication
- Réaction à la rupture d'un lien de communication
- Gestion des sommets ?

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

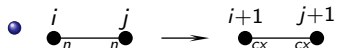
Graphe (dynamique)

Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)

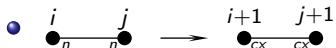


Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

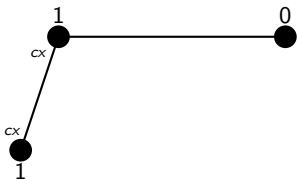
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

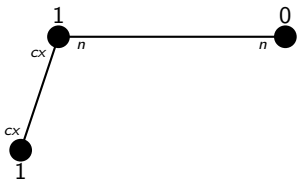
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

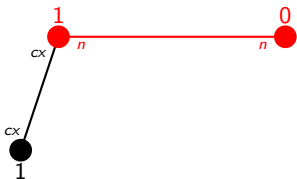
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

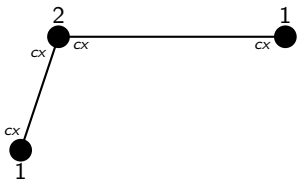
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

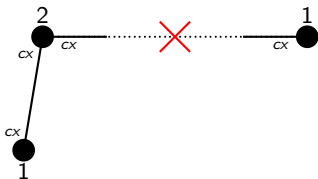
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

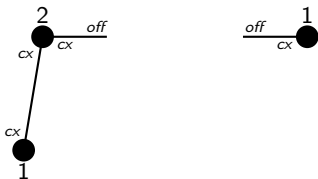
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

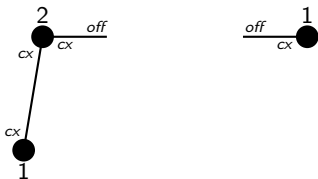
- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

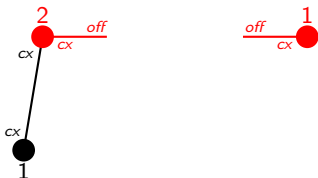
Règles de réétiquetages :

•
$$\begin{array}{c} i & j \\ \bullet & \bullet \\ n & n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 & j+1 \\ \bullet & \bullet \\ cx & cx \end{array}$$

•
$$\begin{array}{c} i \\ \bullet \\ cx \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i-1 \\ \bullet \end{array}$$

Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)

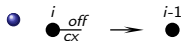
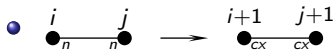


Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :



Adaptation du modèle [Casteigts, Chaumette 2005]

Graphe (dynamique)



Algorithme

États initiaux :

- 0 pour les sommets
- n pour les arêtes

Règles de réétiquetages :

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ n \end{array} \begin{array}{c} j \\ \bullet \\ n \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i+1 \\ \bullet \\ cx \end{array} \begin{array}{c} j+1 \\ \bullet \\ cx \end{array}$$

$$\bullet \quad \begin{array}{c} i \\ \bullet \\ off \\ cx \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} i-1 \\ \bullet \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]

Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \nexists$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]

Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 0 = \nexists arbre, 1 =fils \rightarrow père, 2 =père \rightarrow fils

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]

Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 0 = \nrightarrow arbre, 1 =fils \rightarrow père, 2 =père \rightarrow fils

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

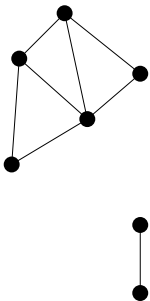
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \text{off} \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \bullet \quad R$$

$$r_b : \begin{array}{c} \text{off} \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \text{0} & \text{0} \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \text{2} & \text{1} \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \text{2} & \text{1} \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \text{1} & \text{2} \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

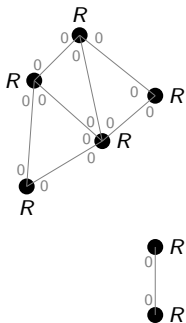
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \end{array}$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

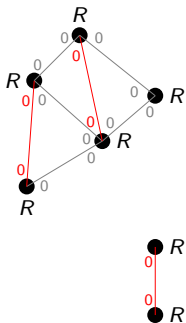
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

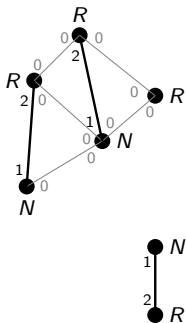
$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$



Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

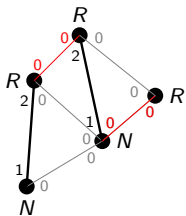
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

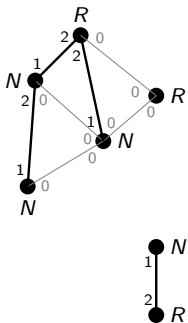
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \\ \bullet \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \end{array}$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \\ \bullet \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

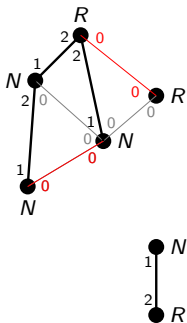
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

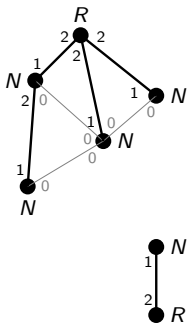
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
0= \notin arbre, 1=fils \rightarrow père, 2=père \rightarrow fils

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

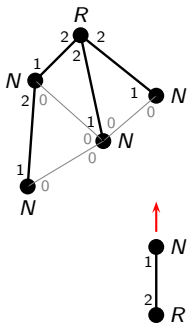
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \nexists$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

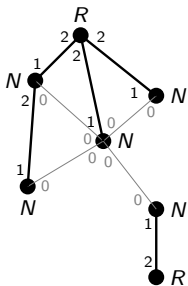
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

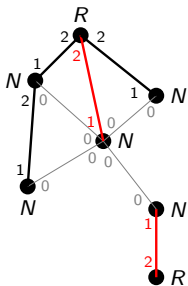
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \text{off} \\ 1 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \text{off} \\ 2 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

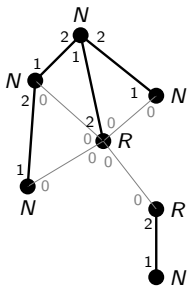
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

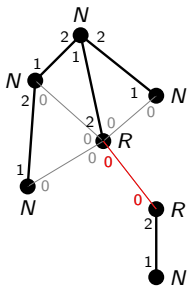
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

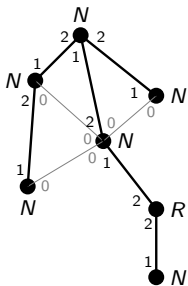
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

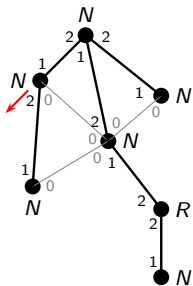
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
0= \notin arbre, 1=fils \rightarrow père, 2=père \rightarrow fils

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

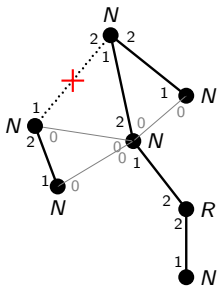
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
0= \notin arbre, 1=fils \rightarrow père, 2=père \rightarrow fils

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

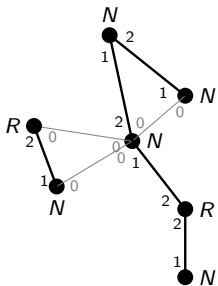
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \text{off} \\ 1 \end{array} \Rightarrow \bullet \quad R$$

$$r_b : \bullet \begin{array}{c} \text{off} \\ 2 \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \nrightarrow$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

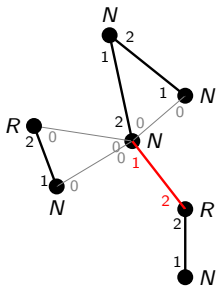
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \nexists$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

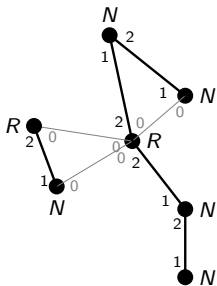
$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$



Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

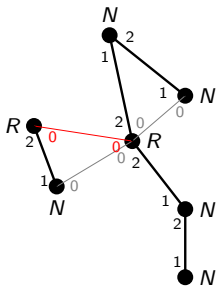
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 0 & 0 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet & \bullet \\ \hline 2 & 1 \end{array} \longrightarrow \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet & \bullet \\ \hline 1 & 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

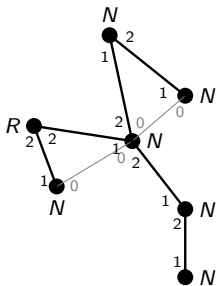
$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 0 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \begin{array}{c} R \\ \bullet \\ \hline 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :

$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \\ \text{off} \end{array} \Rightarrow \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{c} R \quad R \\ \bullet \quad \bullet \\ \hline 0 \quad 0 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} R \quad N \\ \bullet \quad \bullet \\ \hline 2 \quad 1 \end{array}$$

$$r_2 : \begin{array}{c} R \quad N \\ \bullet \quad \bullet \\ \hline 2 \quad 1 \end{array} \Rightarrow \begin{array}{c} N \quad R \\ \bullet \quad \bullet \\ \hline 1 \quad 2 \end{array}$$

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]

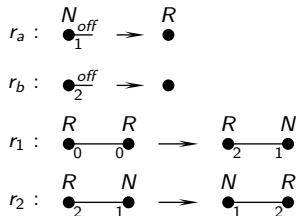
Étiquetage :

- sommets : R =racine, N =non-racine
- arêtes (à chaque extrémité) :
 $0 = \notin$ arbre, $1 = \text{fils} \rightarrow \text{père}$, $2 = \text{père} \rightarrow \text{fils}$

États initiaux :

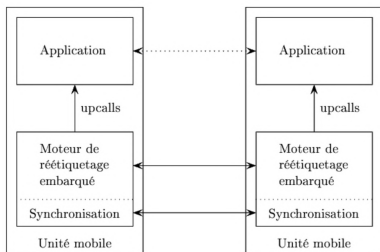
- sommets étiquetés R
- arêtes étiquetées 0 (à chaque extrémité)

Règles :



```
public interface SpanningForestListener{
    public void onRa(Node n);
    public void onRb(Node n);
    public void onR1(Node n, boolean left);
    public void onR2(Node n, boolean left);
}
```

Exemple : construction et maintenance d'une forêt d'arbres couvrants [casteigts 2006]



```
public interface SpanningForestListener {
    public void onRa(Node n);
    public void onRb(Node n);
    public void onR1(Node n, boolean left);
    public void onR2(Node n, boolean left);
}
```

Règles :

$$r_a : \begin{array}{c} N \\ \bullet \\ \hline 1 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_b : \begin{array}{c} \bullet \\ \hline 2 \end{array} \xrightarrow{\text{off}} \bullet$$

$$r_1 : \begin{array}{cc} R & R \\ \bullet_0 & \bullet_0 \end{array} \xrightarrow{\quad} \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet_2 & \bullet_1 \end{array}$$

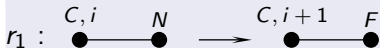
$$r_2 : \begin{array}{cc} R & N \\ \bullet_2 & \bullet_1 \end{array} \xrightarrow{\quad} \begin{array}{cc} N & R \\ \bullet_1 & \bullet_2 \end{array}$$

Exemple : quelques algorithmes

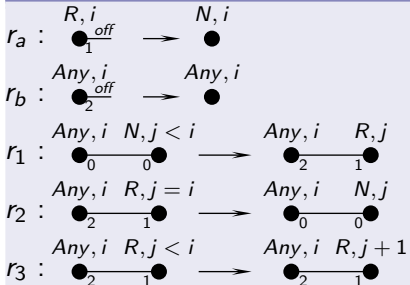
Propagation d'information



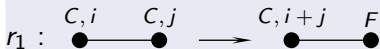
Comptage v1



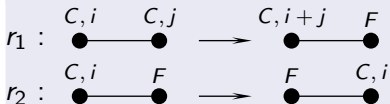
Propagation de document



Comptage v2 (et élection probabiliste)



Comptage v3 (et élection probabiliste)



Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances

Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances
- complexité

Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances
- complexité
- hypothèses sur le graphe sous-jacent

Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances
- complexité
- hypothèses sur le graphe sous-jacent

Graphes dynamiques

Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances
- complexité
- hypothèses sur le graphe sous-jacent

Graphes dynamiques

- performances

Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances
- complexité
- hypothèses sur le graphe sous-jacent

Graphes dynamiques

- performances
- complexité

Problématique de l'analyse

Graphes statiques

- performances
- complexité
- hypothèses sur le graphe sous-jacent

Graphes dynamiques

- performances
- complexité
- hypothèses sur la dynamique du graphe ?

Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

Graphes évolutifs

Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

Graphes évolutifs

- Modèle combinatoire pour représenter les réseaux dynamiques

Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

Graphes évolutifs

- Modèle combinatoire pour représenter les réseaux dynamiques
- Capture les évolutions du réseau dans une structure statique

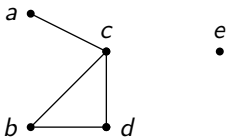
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

Graphes évolutifs

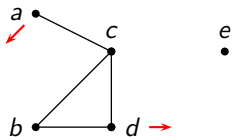
- Modèle combinatoire pour représenter les réseaux dynamiques
- Capture les évolutions du réseau dans une structure statique
- Représentation du réseau en temps **discret**

Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

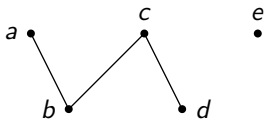
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



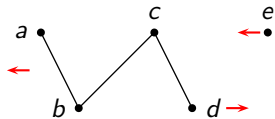
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



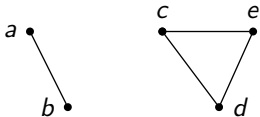
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



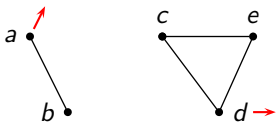
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



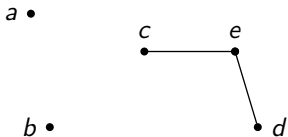
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



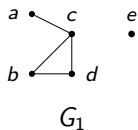
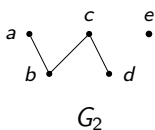
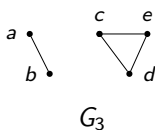
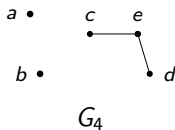
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



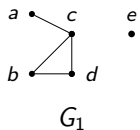
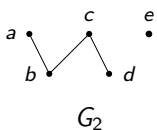
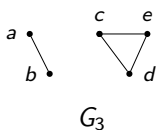
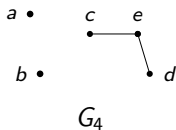
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]



Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

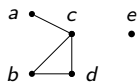
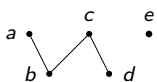
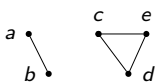
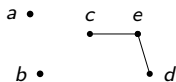
date $t_1 \rightarrow t_2$ date $t_2 \rightarrow t_3$ date $t_3 \rightarrow t_4$ date $t_4 \rightarrow t_5$ 

Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

date $t_1 \rightarrow t_2$ date $t_2 \rightarrow t_3$ date $t_3 \rightarrow t_4$ date $t_4 \rightarrow t_5$ 

$$\mathcal{S}_{\mathbb{T}} = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$$

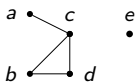
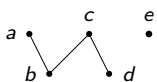
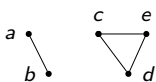
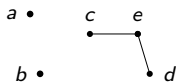
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

date $t_1 \rightarrow t_2$  G_1 date $t_2 \rightarrow t_3$  G_2 date $t_3 \rightarrow t_4$  G_3 date $t_4 \rightarrow t_5$  G_4

$$\mathcal{S}_{\mathbb{T}} = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$$

$$\mathcal{S}_G = \{G_1, G_2, G_3, G_4\}$$

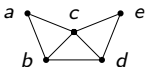
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

date $t_1 \rightarrow t_2$  G_1 date $t_2 \rightarrow t_3$  G_2 date $t_3 \rightarrow t_4$  G_3 date $t_4 \rightarrow t_5$  G_4

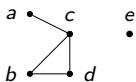
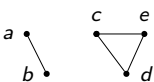
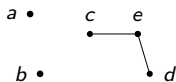
$$\mathcal{S}_{\mathbb{T}} = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$$

$$\mathcal{S}_G = \{G_1, G_2, G_3, G_4\}$$

$$G = \bigcup_{G_i \in \mathcal{S}_G} G_i$$



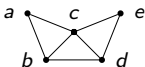
Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

date $t_1 \rightarrow t_2$  G_1 date $t_2 \rightarrow t_3$  G_2 date $t_3 \rightarrow t_4$  G_3 date $t_4 \rightarrow t_5$  G_4

$$\mathcal{S}_{\mathbb{T}} = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$$

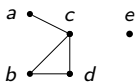
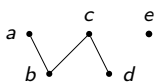
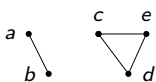
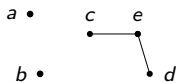
$$\mathcal{S}_G = \{G_1, G_2, G_3, G_4\}$$

$$G = \bigcup_{G_i \in \mathcal{S}_G} G_i$$



$$\mathcal{G} = (G, \mathcal{S}_G, \mathcal{S}_{\mathbb{T}})$$

Graphes évolutifs [Ferreira 2004]

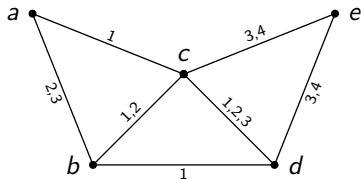
date $t_1 \rightarrow t_2$  G_1 date $t_2 \rightarrow t_3$  G_2 date $t_3 \rightarrow t_4$  G_3 date $t_4 \rightarrow t_5$  G_4

$$\mathcal{S}_{\mathbb{T}} = \{t_1, t_2, t_3, t_4, t_5\}$$

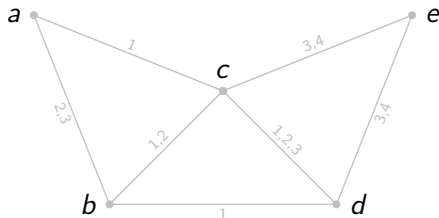
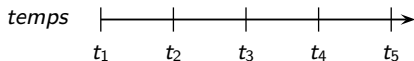
$$\mathcal{S}_G = \{G_1, G_2, G_3, G_4\}$$

$$G = \bigcup_{G_i \in \mathcal{S}_G} G_i$$

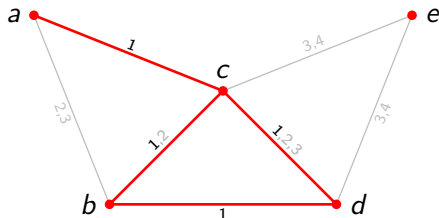
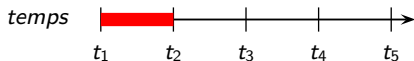
$$\mathcal{G} = (G, \mathcal{S}_G, \mathcal{S}_{\mathbb{T}})$$



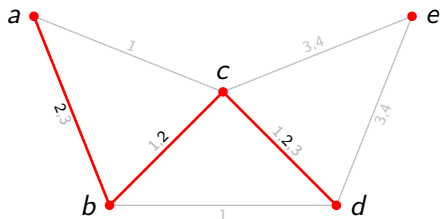
Graphes évolutifs : représentation étiquetée



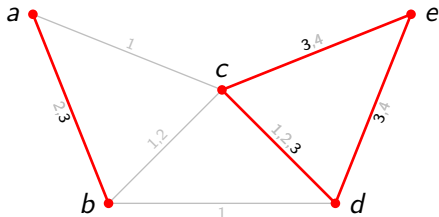
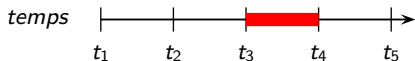
Graphes évolutifs : représentation étiquetée



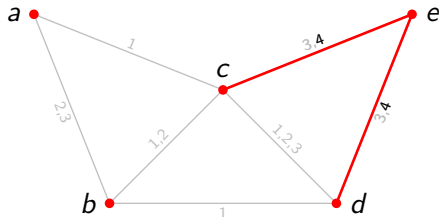
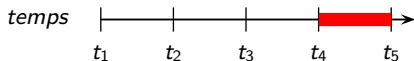
Graphes évolutifs : représentation étiquetée



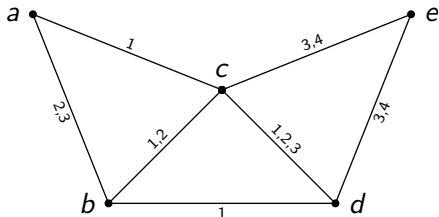
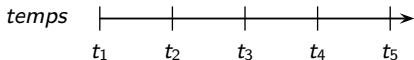
Graphes évolutifs : représentation étiquetée



Graphes évolutifs : représentation étiquetée



Graphes évolutifs : représentation étiquetée



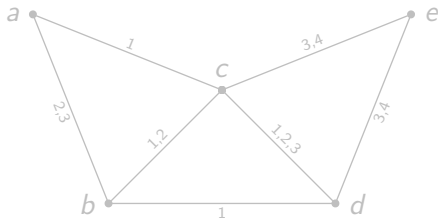
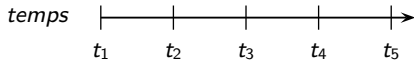
Représentation étiquetée

$$\mathcal{G} = (G, \mathcal{S}_G, \mathcal{S}_T) \equiv \mathcal{G}' = (G', \lambda_T)$$

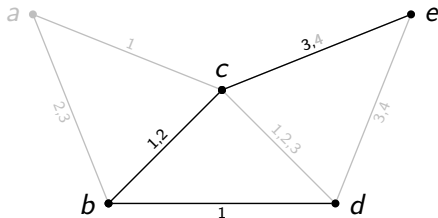
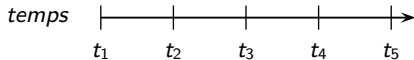
 \Leftrightarrow

- $G' = G$
- $\forall e \in E(G'), \forall t \in \mathcal{S}_T, \forall G_i \in \mathcal{S}_G, t \in \lambda_T(e) \Leftrightarrow e \in G_t$

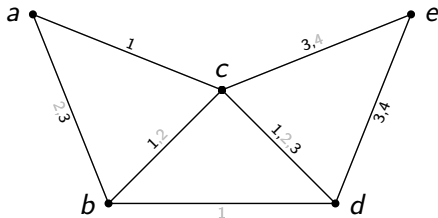
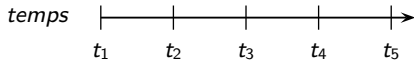
Sous-graphe évolutif



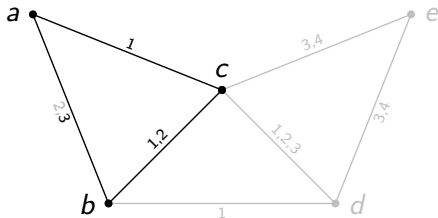
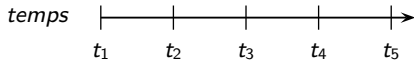
Sous-graphe évolutif



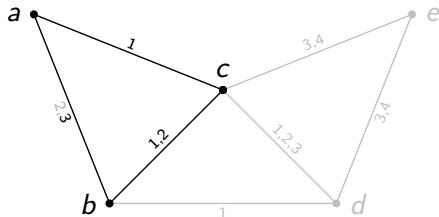
Sous-graphe évolutif



Sous-graphe évolutif



Sous-graphe évolutif



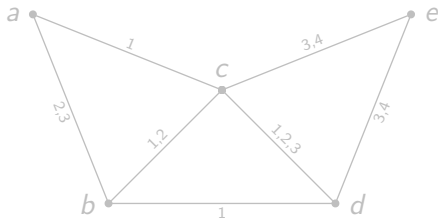
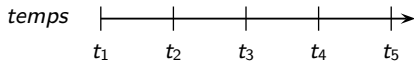
Sous-graphe évolutif

$$\mathcal{G}' = (G', \lambda'_T) \subseteq \mathcal{G} = (G, \lambda_T)$$

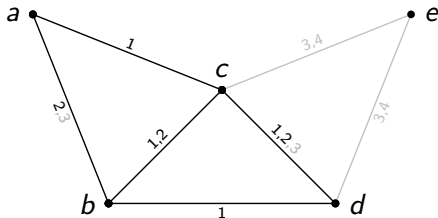
$$\Leftrightarrow$$

- $V(G') \subseteq V(G)$
- $E(G') \subseteq E(G)$
- $\forall e \in E(G'), \lambda'_T(e) \subseteq \lambda_T(e)$

Coupe temporelle

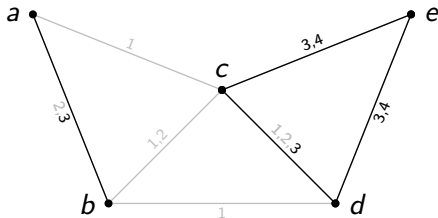
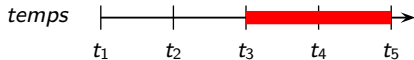


Coupe temporelle



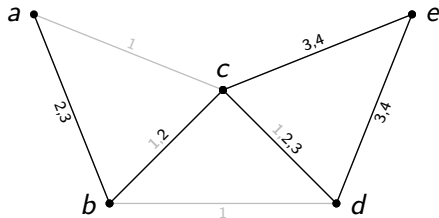
$$\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{[1,3[}$$

Coupe temporelle



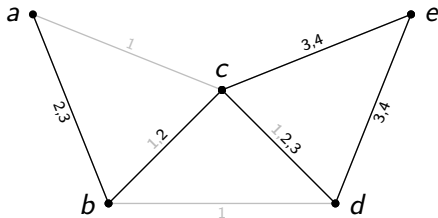
$$\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{[3,5[}$$

Coupe temporelle



$$\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{[2, +\infty[}$$

Coupe temporelle



$$\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{[2, +\infty[}$$

Coupe temporelle

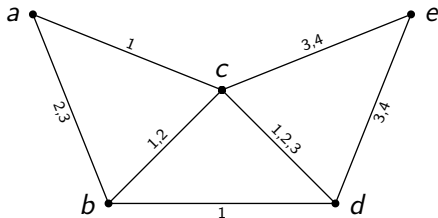
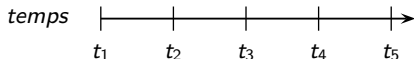
Soient $\mathcal{G}' = (G', S'_G, S'_T)$ et $\mathcal{G} = (G, S_G, S_T)$ deux graphes évolutifs :

$$\mathcal{G}' = \mathcal{G}_{[d_1, d_2[}$$

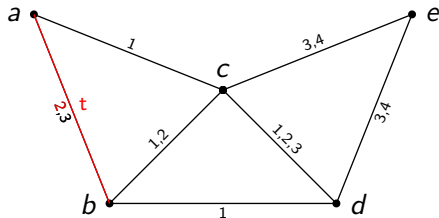
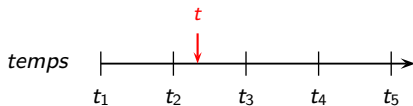
\Leftrightarrow

- $G' = \bigcup_{G_i \in S_G \mid d_1 \leq i < d_2}$
- $S'_G = \{G_{d_1}, \dots, G_{d_2-1}\}$
- $S'_T = \{d_1, \dots, d_2\}$

Trajets (chemin dans le temps) [Ferreira 2004] [Jarry 2005]

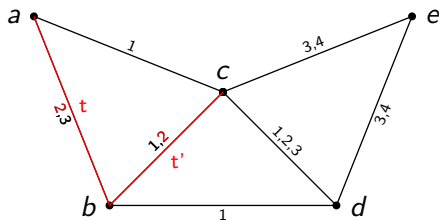
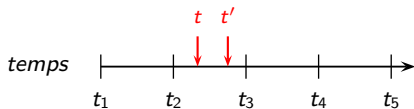


Trajets (chemin dans le temps) [Ferreira 2004] [Jarry 2005]



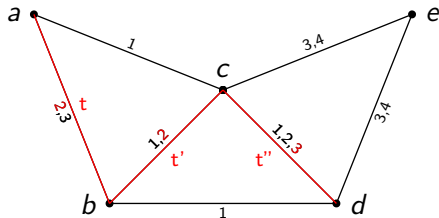
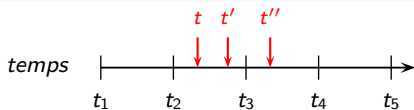
ex. : $\{(ab) \quad \}, \{t \quad \}$

Trajets (chemin dans le temps) [Ferreira 2004] [Jarry 2005]



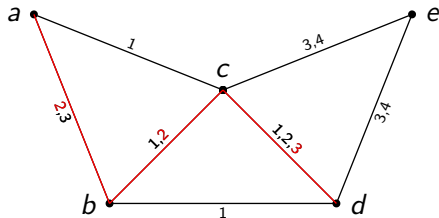
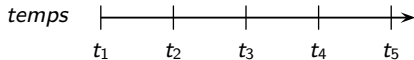
ex. : $\{(ab), (bc)\}, \{t, t'\}$

Trajets (chemin dans le temps) [Ferreira 2004] [Jarry 2005]



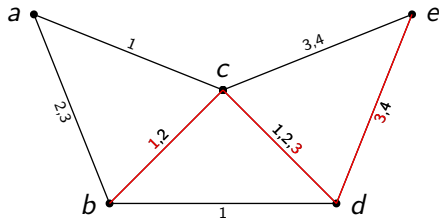
ex. : $\{(ab), (bc), (cd)\}, \{t, t', t''\}$

Trajets canoniques



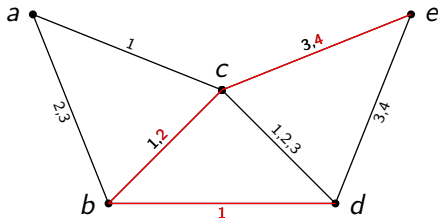
$$\mathcal{J}_{(a,d)} = \{(a, b, 2), (b, c, 2), (c, d, 3)\} \subseteq \mathcal{G}$$

Trajets canoniques



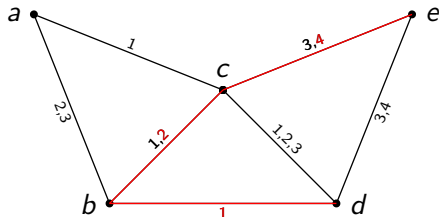
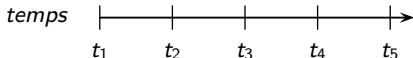
$$\mathcal{J}_{(b,e)} = \{(b, c, 1), (c, d, 3), (d, e, 3)\} \subseteq \mathcal{G}$$

Trajets canoniques



$$\mathcal{J}_{strict(d,e)} = \{(d, b, 1), (b, c, 2), (c, e, 4)\} \subseteq \mathcal{G}$$

Trajets canoniques



Trajet (canonique)

Suite de triplets

$\mathcal{J} = \{(src_1, dest_1, date_1) \dots (src_n, dest_n, date_n)\}$

telle que :

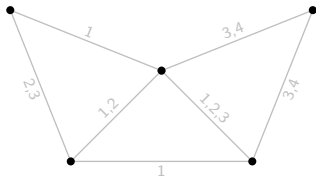
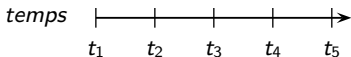
- $\forall i \in 1..|\mathcal{J}|, date_i \in S_T$ et $(src_i, dest_i) \in E(G_{date_i})$
- $\forall i \in 2..|\mathcal{J}|, src_i = dest_{i-1}$ et $date_i \geq date_{i-1}$

Un tel trajet sera dit strict ssi :

$\forall i \in 2..|\mathcal{J}|, date_i > date_{i-1}$

$$\mathcal{J}_{strict(d,e)} = \{(d, b, 1), (b, c, 2), (c, e, 4)\} \subseteq \mathcal{G}$$

Algorithme de propagation d'information



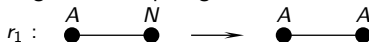
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

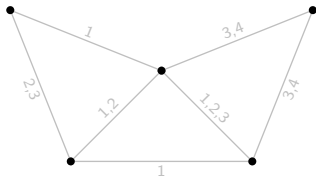
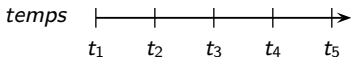
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



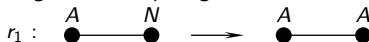
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

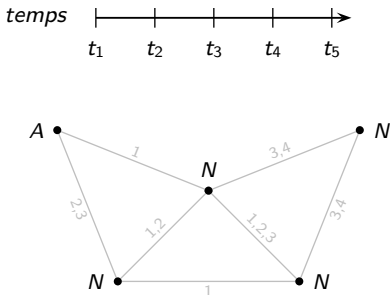
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



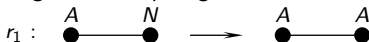
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

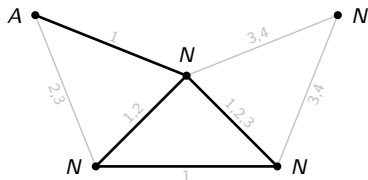
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



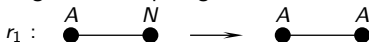
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

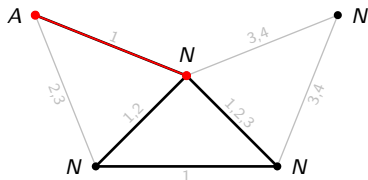
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



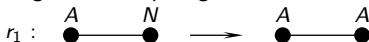
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

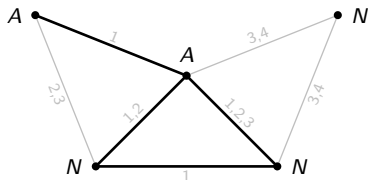
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



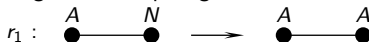
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

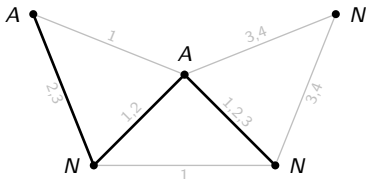
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



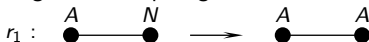
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

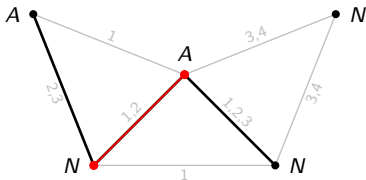
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



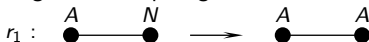
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

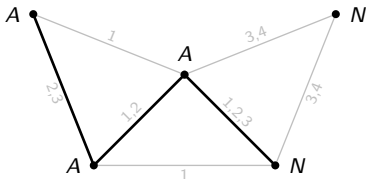
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



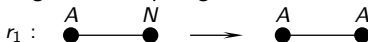
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

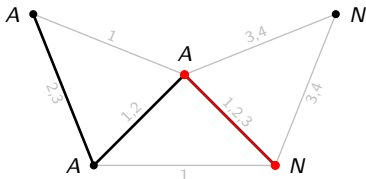
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



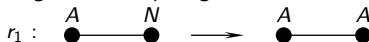
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

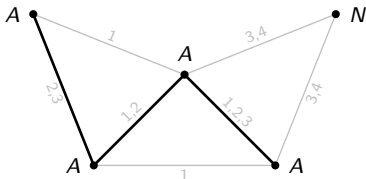
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



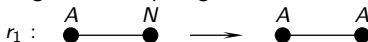
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

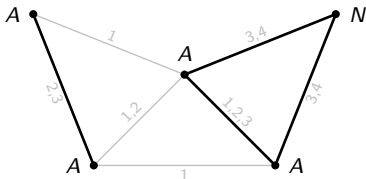
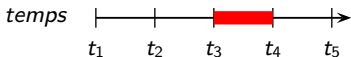
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



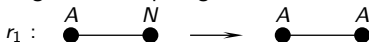
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

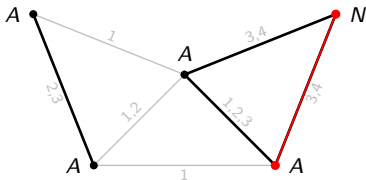
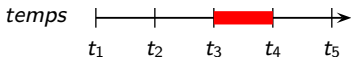
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



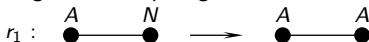
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

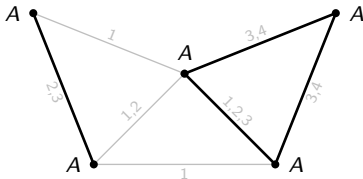
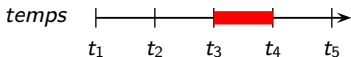
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



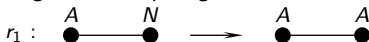
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

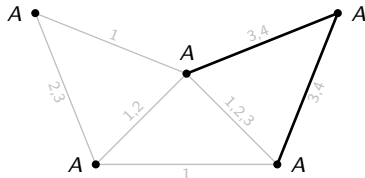
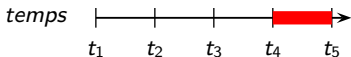
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



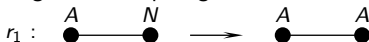
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

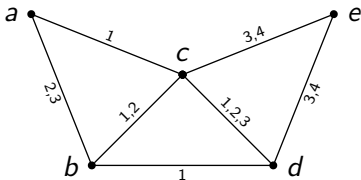
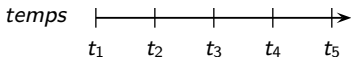
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



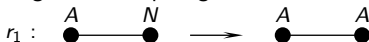
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

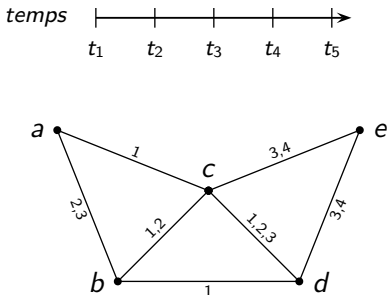
États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



Algorithme de propagation d'information



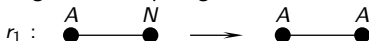
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

États initiaux :

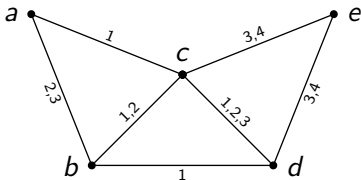
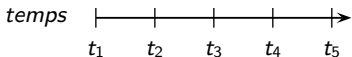
- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



→ Condition nécessaire : il existe un trajet entre l'émetteur et chaque autre sommet.

Algorithme de propagation d'information



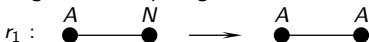
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

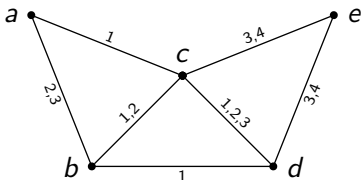
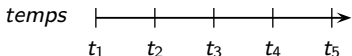
Règles de réétiquetages :



→ Condition nécessaire : il existe un trajet entre l'émetteur et chaque autre sommet.

→ Existe-t-il une condition suffisante ?

Algorithme de propagation d'information



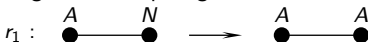
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :

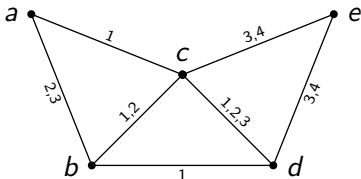
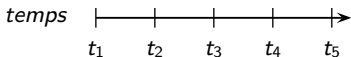


→ Condition nécessaire : il existe un trajet entre l'émetteur et chaque autre sommet.

→ Existe-t-il une condition suffisante ?

- hypothèse de progression (couche de synchronisation)

Algorithme de propagation d'information



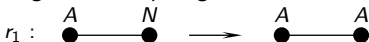
Étiquetage :

- N : sommets n'ayant pas l'information
- A : sommets ayant l'information

États initiaux :

- un sommet étiqueté A (l'émetteur)
- tous les autres sommets étiquetés N

Règles de réétiquetages :



→ Condition nécessaire : il existe un trajet entre l'émetteur et chaque autre sommet.

→ Existe-t-il une condition suffisante ?

- hypothèse de progression (couche de synchronisation)

→ Condition suffisante : il existe un trajet **strict** entre l'émetteur et chaque autre sommet.

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire

$$\exists \mathcal{J}_{(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$$

Condition suffisante

$$\exists \mathcal{J}_{strict(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$$

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire $\exists \mathcal{J}_{(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra peut-être émettre
 $\exists \mathcal{J}_{(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

Condition suffisante
 $\exists \mathcal{J}_{strict(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire $\exists \mathcal{J}_{(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\nearrow \exists \mathcal{J}_{(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra peut-être émettre
 $\searrow \exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ n'importe quel sommet pourra peut-être émettre

Condition suffisante

$\exists \mathcal{J}_{strict(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire $\exists \mathcal{J}_{(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\exists \mathcal{J}_{(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra peut-être émettre
 $\exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ n'importe quel sommet pourra peut-être émettre

Condition suffisante $\exists \mathcal{J}_{strict(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\exists \mathcal{J}_{strict(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra, à coup sûr, émettre

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire $\exists \mathcal{J}_{(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\exists \mathcal{J}_{(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra peut-être émettre
 $\exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ n'importe quel sommet pourra peut-être émettre

Condition suffisante $\exists \mathcal{J}_{strict(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\exists \mathcal{J}_{strict(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra, à coup sûr, émettre
 $\exists \mathcal{J}_{strict(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ n'importe quel sommet pourra, à coup sûr, émettre

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire $\exists \mathcal{J}_{(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$

$\exists \mathcal{J}_{(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow$ au moins un sommet pourra peut-être émettre

$\exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow$ n'importe quel sommet pourra peut-être émettre

Condition suffisante $\exists \mathcal{J}_{strict(emetteur,*)} \subseteq \mathcal{G}$

$\exists \mathcal{J}_{strict(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow$ au moins un sommet pourra, à coup sûr, émettre

$\exists \mathcal{J}_{strict(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow$ n'importe quel sommet pourra, à coup sûr, émettre

Classes engendrées par cette analyse

Condition nécessaire

$$\exists \mathcal{J}_{(\text{emetteur}, *)} \subseteq \mathcal{G}$$

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

$$\exists \mathcal{J}_{(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow \text{au moins un sommet pourra peut-être émettre}$$

$$\exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow \text{n'importe quel sommet pourra peut-être émettre}$$

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

Condition suffisante

$$\exists \mathcal{J}_{\text{strict}(\text{emetteur}, *)} \subseteq \mathcal{G}$$

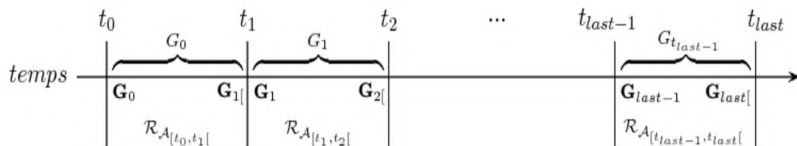
$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G, \mathcal{J}_{\text{strict}(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

$$\exists \mathcal{J}_{\text{strict}(1,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow \text{au moins un sommet pourra, à coup sûr, émettre}$$

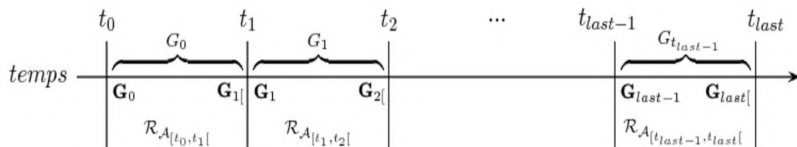
$$\exists \mathcal{J}_{\text{strict}(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow \text{n'importe quel sommet pourra, à coup sûr, émettre}$$

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_4 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{\text{strict}(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

Formalisme et cadre méthodologique

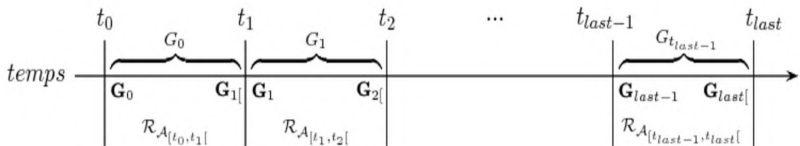


Formalisme et cadre méthodologique



- Algorithme à finalité

Formalisme et cadre méthodologique



- Algorithme à finalité
- Algorithme de maintien

Algorithme de comptage (version 1)

Algorithme de comptage (version 1)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - N : le sommet n'a pas été compté
 - F : le sommet a été compté

Algorithme de comptage (version 1)

Algorithme de comptage (version 1)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - N : le sommet n'a pas été compté
 - F : le sommet a été compté
- États initiaux
 - $C, 1$ pour un sommet distingué, le compteur
 - N pour les autres sommets

Algorithme de comptage (version 1)

Algorithme de comptage (version 1)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - N : le sommet n'a pas été compté
 - F : le sommet a été compté
- États initiaux
 - $C, 1$ pour un sommet distingué, le compteur
 - N pour les autres sommets
- Règle de réétiquetage :



Algorithme de comptage (version 1)

Condition nécessaire
et suffisante

$$\exists(\text{compteur}, *) \in E_G$$

Algorithme de comptage (version 1)

Condition nécessaire
et suffisante

$\exists(\text{compteur}, *) \in E_G$



$\exists(1, *) \in E_G \implies$ au moins un sommet pourra, à coup sûr, compter les autres

Algorithme de comptage (version 1)

Condition nécessaire
et suffisante

$\exists(\text{compteur}, *) \in E_G$

$\nearrow \exists(1, *) \in E_G \implies$ au moins un sommet pourra, à coup sûr, compter les autres
 $\rightarrow \exists(*, *) \in E_G \implies$ n'importe quel sommet pourra, à coup sûr, compter les autres

Algorithme de comptage (version 1)

Condition nécessaire
et suffisante

$\exists(\text{compteur}, *) \in E_G$

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_5 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, (u, v) \in E_G$$

$\exists(1, *) \in E_G \Rightarrow$ au moins un sommet pourra, à coup sûr, compter les autres

$\exists(*, *) \in E_G \Rightarrow$ n'importe quel sommet pourra, à coup sûr, compter les autres

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_6 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, (u, v) \in E_G$$

Algorithme de comptage (version 2)

Algorithme de comptage (version 2)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - F : le sommet n'est plus compteur, et a été compté.

Algorithme de comptage (version 2)

Algorithme de comptage (version 2)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - F : le sommet n'est plus compteur, et a été compté.
- États initiaux
 - $C, 1$ pour tous les sommets

Algorithme de comptage (version 2)

Algorithme de comptage (version 2)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - F : le sommet n'est plus compteur, et a été compté.
- États initiaux
 - $C, 1$ pour tous les sommets
 - algorithme décentralisé

Algorithme de comptage (version 2)

Algorithme de comptage (version 2)

- Étiquetage
 - C, i : le sommet est compteur, et a compté i participants
 - F : le sommet n'est plus compteur, et a été compté.
- États initiaux
 - $C, 1$ pour tous les sommets
 - algorithme décentralisé
- Règle de réétiquetage :



Algorithme de comptage (version 2)

Condition nécessaire

$$\exists \mathcal{J}_{(*, \text{compteur})} \subseteq \mathcal{G}$$

Algorithme de comptage (version 2)

Condition nécessaire

$$\exists \mathcal{J}_{(*,compteur)} \subseteq \mathcal{G}$$



$$\exists \mathcal{J}_{(*,1)} \subseteq \mathcal{G} \implies \text{au moins un sommet pourra peut-être compter les autres}$$

Algorithme de comptage (version 2)

Condition nécessaire $\exists \mathcal{J}_{(*,compteur)} \subseteq \mathcal{G}$

$\nearrow \exists \mathcal{J}_{(*,1)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ au moins un sommet pourra peut-être compter les autres
 $\searrow \exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \implies$ n'importe quel sommet pourra peut-être compter les autres

Algorithme de comptage (version 2)

Condition nécessaire

$$\exists \mathcal{J}_{(*, \text{compteur})} \subseteq \mathcal{G}$$

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_7 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G, \mathcal{J}_{(v,u)} \subseteq \mathcal{G}$$

$$\exists \mathcal{J}_{(*,1)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow \text{au moins un sommet pourra peut-être compter les autres}$$

$$\exists \mathcal{J}_{(*,*)} \subseteq \mathcal{G} \Rightarrow \text{n'importe quel sommet pourra peut-être compter les autres}$$

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{\text{strict}(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet)

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_4 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_4 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_5 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, (u, v) \in E_G$$

(Il existe un sommet ayant, au cours du temps, une arête commune avec chaque autre sommet)

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_4 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{strict(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_5 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, (u, v) \in E_G$$

(Il existe un sommet ayant, au cours du temps, une arête commune avec chaque autre sommet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_6 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, (u, v) \in E_G$$

(Il existe au cours du temps une arête entre chaque paire de sommets)

Récapitulatif des classes obtenues

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_1 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_2 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{\text{strict}(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Il existe au moins un sommet pouvant joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_3 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_4 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \mathcal{J}_{\text{strict}(u,v)} \subseteq \mathcal{G}$$

(N'importe quel sommet peut joindre chaque autre sommet par un trajet strict)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_5 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, (u, v) \in E_G$$

(Il existe un sommet ayant, au cours du temps, une arête commune avec chaque autre sommet)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_6 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, (u, v) \in E_G$$

(Il existe au cours du temps une arête entre chaque paire de sommets)

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_7 \Leftrightarrow \exists u \in V_G \mid \forall v \in V_G \setminus \{u\}, \mathcal{J}_{(v,u)} \subseteq \mathcal{G}$$

(Chaque sommet peut être joint depuis chaque autre sommet par un trajet)

Autres classes

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_8 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \forall t \in \mathcal{S}_{\mathbb{T}}, (u, v) \in E_{\mathcal{G}_{[t, +\infty[}}$$

(À tout moment, on a la garantie qu'il existera dans le futur une arête entre chaque paire de sommets \equiv *Graphe "d'interaction" complet*)

Autres classes

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_8 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \forall t \in \mathcal{S}_{\mathbb{T}}, (u, v) \in E_{G_{[t, +\infty[}}$$

(À tout moment, on a la garantie qu'il existera dans le futur une arête entre chaque paire de sommets \equiv *Grappe "d'interaction" complet*) [Angluin et al. 2006]

Autres classes

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_8 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \forall t \in \mathcal{S}_{\mathbb{T}}, (u, v) \in E_{\mathcal{G}_{[t, +\infty[}}$$

(À tout moment, on a la garantie qu'il existera dans le futur une arête entre chaque paire de sommets \equiv *Graphe "d'interaction" complet*) [Angluin et al. 2006]

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_9 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \forall t \in \mathcal{S}_{\mathbb{T}}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}_{[t, +\infty[}$$

(À tout moment, on a la garantie qu'il existera dans le futur un trajet entre chaque paire de sommets \equiv *Graphe "d'interaction" connexe*)

Autres classes

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_8 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \forall t \in \mathcal{S}_{\mathbb{T}}, (u, v) \in E_{\mathcal{G}_{[t, +\infty[}}$$

(À tout moment, on a la garantie qu'il existera dans le futur une arête entre chaque paire de sommets \equiv *Graphe "d'interaction" complet*) [Angluin et al. 2006]

$$\mathcal{G} \in \mathcal{F}_9 \Leftrightarrow \forall u, v \in V_G, \forall t \in \mathcal{S}_{\mathbb{T}}, \mathcal{J}_{(u,v)} \subseteq \mathcal{G}_{[t, +\infty[}$$

(À tout moment, on a la garantie qu'il existera dans le futur un trajet entre chaque paire de sommets \equiv *Graphe "d'interaction" connexe*)

Exprimer formellement des hypothèses généralement faites de manière implicite ou textuelle.

Classification

_

 \mathcal{F}_6

1_*

 \mathcal{F}_5 1- \mathcal{J}_{strict} -* \mathcal{F}_2 1- \mathcal{J} -* \mathcal{F}_1 \mathcal{F}_8 *_*(∞) \mathcal{F}_9 *_ \mathcal{J} -(∞) \mathcal{F}_4 *_ \mathcal{J}_{strict} -* \mathcal{F}_3 *_ \mathcal{J} -* \mathcal{F}_7 *_ \mathcal{J} -1

Classification

_
 \mathcal{F}_6

1-*
 \mathcal{F}_5

1- \mathcal{J}_{strict} -*
 \mathcal{F}_2

1- \mathcal{J} -*
 \mathcal{F}_1

$\mathcal{F}_8 \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}} \mathcal{F}_9$
(∞) *- \mathcal{J} -*(∞)

\mathcal{F}_4
- \mathcal{J}{strict} -

\mathcal{F}_3
_- \mathcal{J} -

\mathcal{F}_7
*_- \mathcal{J} -1

Classification

_

 \mathcal{F}_6

1_*

 \mathcal{F}_5 1- \mathcal{J}_{strict} -* \mathcal{F}_2 1- \mathcal{J} -* \mathcal{F}_1

$$\mathcal{F}_8 \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}} \mathcal{F}_9$$

_(∞) *- \mathcal{J} -*(∞)

$$\mathcal{F}_4 \xrightarrow{\mathcal{J}_{strict} \Rightarrow \mathcal{J}} \mathcal{F}_3$$

- \mathcal{J}_{strict} - *- \mathcal{J} -* \mathcal{F}_7
- \mathcal{J} -1

Classification

_

 \mathcal{F}_6

1_*

 \mathcal{F}_5 1- \mathcal{J}_{strict} -* \mathcal{F}_2 1- \mathcal{J} -* \mathcal{F}_1

$$\mathcal{F}_8 \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}} \mathcal{F}_9$$

_(∞) *- \mathcal{J} -*(∞)

$$\mathcal{F}_4 \xrightarrow{\mathcal{J}_{strict} \Rightarrow \mathcal{J}} \mathcal{F}_3 \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} \mathcal{F}_7$$

- \mathcal{J}_{strict} - *- \mathcal{J} -* *- \mathcal{J} -1

Classification

$$\begin{array}{ccc}
 _- & & 1-* \\
 \mathcal{F}_6 & \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} & \mathcal{F}_5 \\
 & & \mathcal{F}_2 \quad \mathcal{F}_1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 \mathcal{F}_8 & \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_9 & \mathcal{F}_4 & \xrightarrow{\mathcal{J}_{strict} \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_3 & \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} & \mathcal{F}_7 \\
 - (\infty) & & *-\mathcal{J}-* (\infty) & *_-\mathcal{J}_{strict}-* & & *_-\mathcal{J}-* & & *_-\mathcal{J}-1
 \end{array}$$

Classification

$$\begin{array}{ccccccc}
 - & & 1-* & & 1-\mathcal{J}{strict}-* & & 1-\mathcal{J}-* \\
 \mathcal{F}_6 & \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} & \mathcal{F}_5 & \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}_{strict}} & \mathcal{F}_2 & & \mathcal{F}_1
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 \mathcal{F}_8 & \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_9 \\
 _- (\infty) & & *-\mathcal{J}-* (\infty)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccccc}
 \mathcal{F}_4 & \xrightarrow{\mathcal{J}_{strict} \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_3 & \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} & \mathcal{F}_7 \\
 -\mathcal{J}_{strict}- & & *-\mathcal{J}-* & & *-\mathcal{J}-1
 \end{array}$$

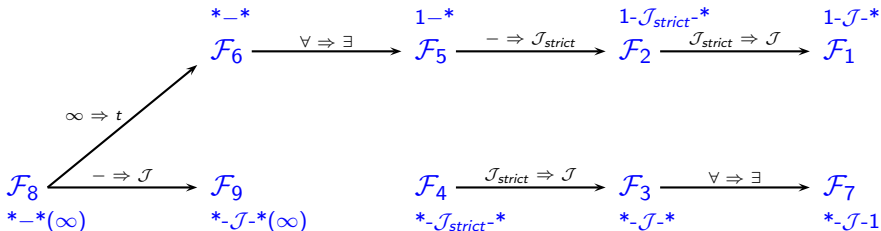
Classification

$$\begin{array}{ccccccc}
 - & & 1-* & & 1-\mathcal{J}{strict}-* & & 1-\mathcal{J}-* \\
 \mathcal{F}_6 & \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} & \mathcal{F}_5 & \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}_{strict}} & \mathcal{F}_2 & \xrightarrow{\mathcal{J}_{strict} \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_1
 \end{array}$$

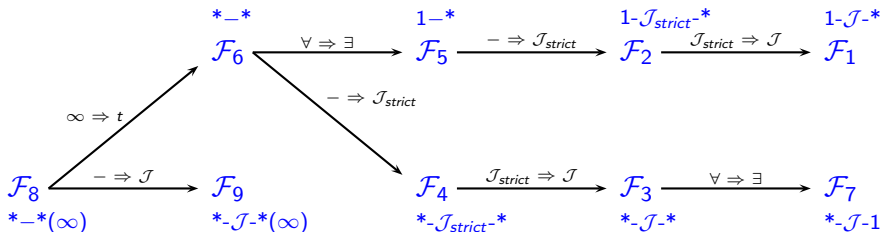
$$\begin{array}{ccc}
 \mathcal{F}_8 & \xrightarrow{- \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_9 \\
 _- (\infty) & & *-\mathcal{J}-* (\infty)
 \end{array}$$

$$\begin{array}{ccc}
 \mathcal{F}_4 & \xrightarrow{\mathcal{J}_{strict} \Rightarrow \mathcal{J}} & \mathcal{F}_3 & \xrightarrow{\forall \Rightarrow \exists} & \mathcal{F}_7 \\
 -\mathcal{J}_{strict}- & & *-\mathcal{J}-* & & *-\mathcal{J}-1
 \end{array}$$

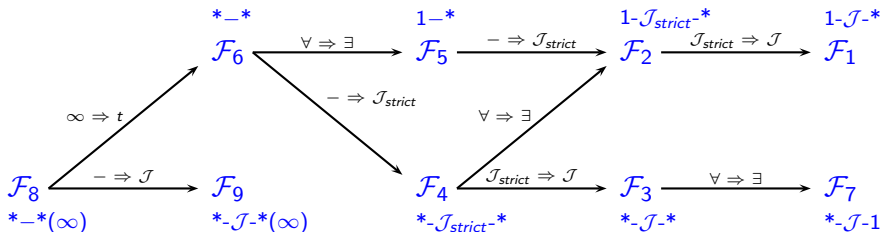
Classification



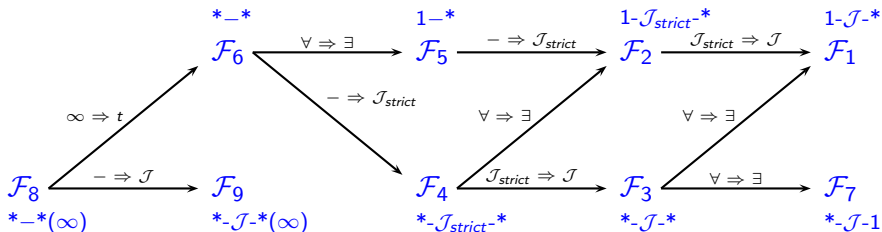
Classification



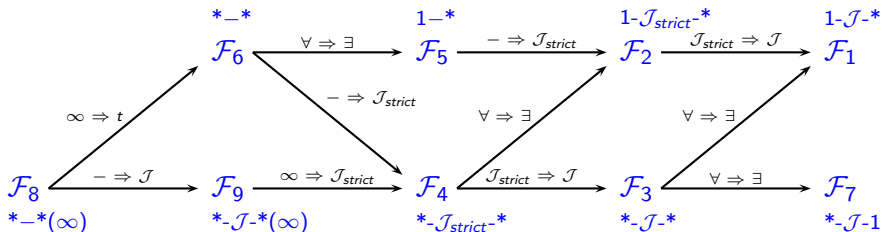
Classification



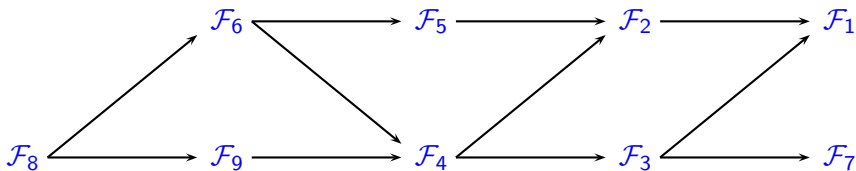
Classification



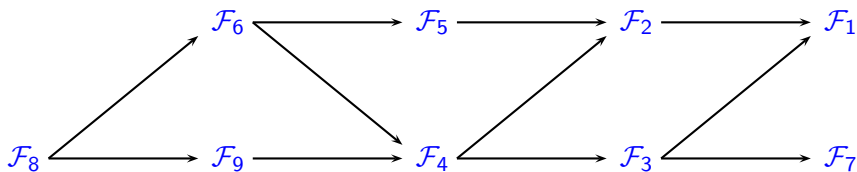
Classification



Classification

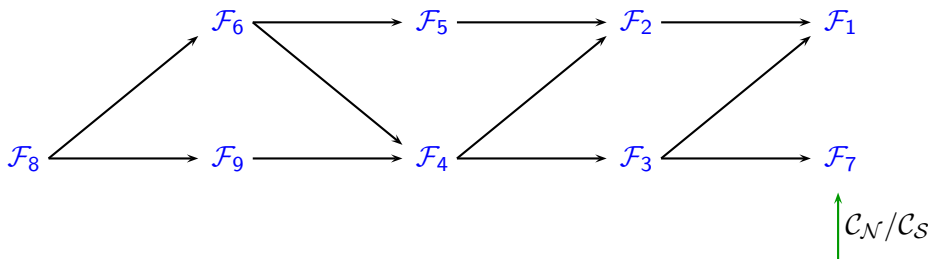


Classification



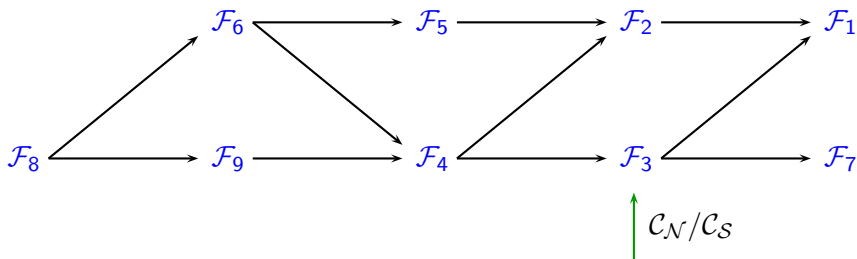
- Choix des hypothèses

Classification



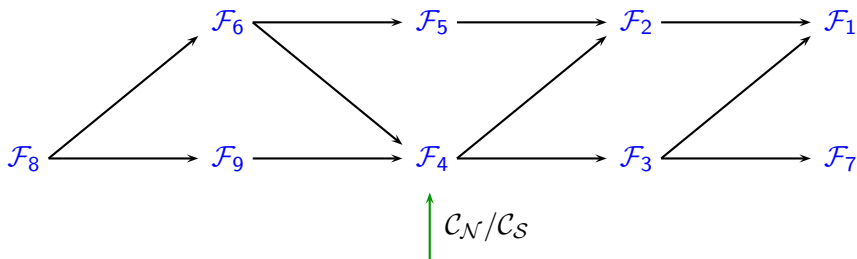
- Choix des hypothèses

Classification



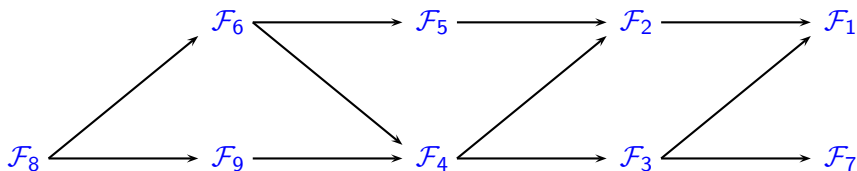
- Choix des hypothèses

Classification



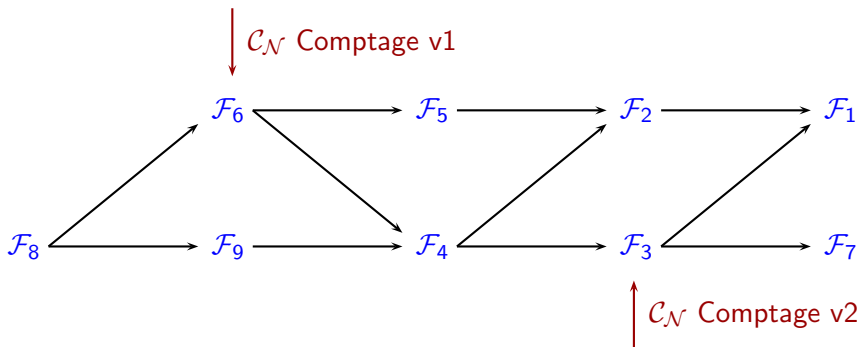
- Choix des hypothèses

Classification



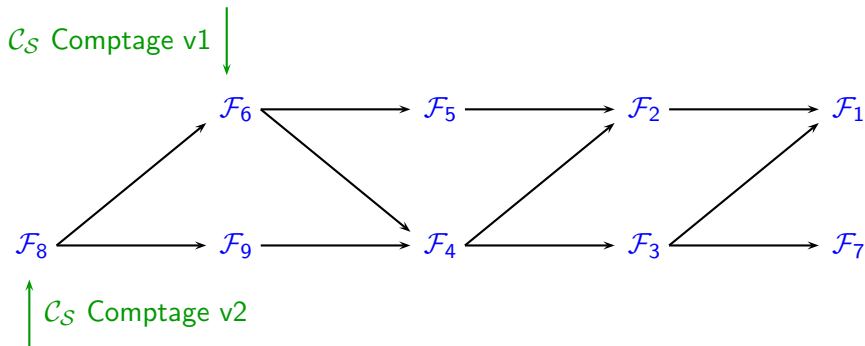
- Choix des hypothèses
- Comparaison d'algorithmes

Classification



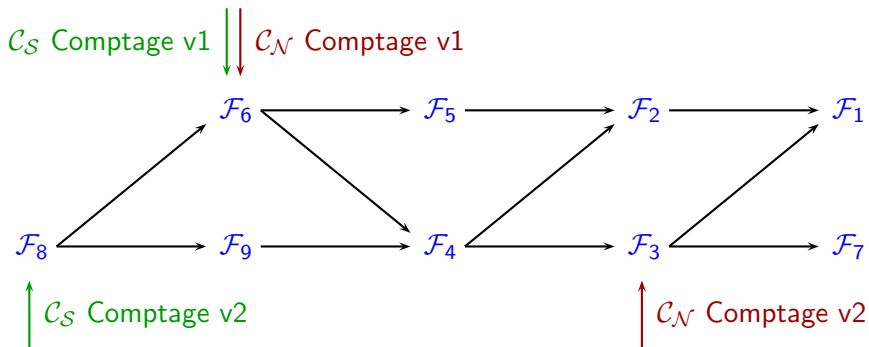
- Choix des hypothèses
- Comparaison d'algorithmes

Classification



- Choix des hypothèses
- Comparaison d'algorithmes

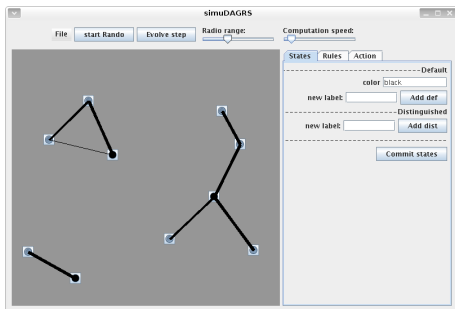
Classification



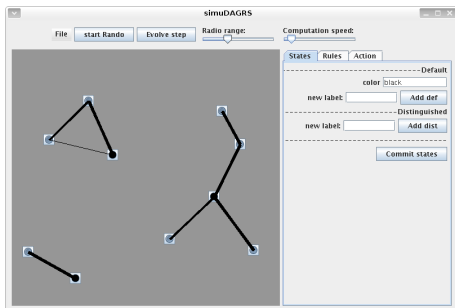
- Choix des hypothèses
- Comparaison d'algorithmes

Développements logiciels

Simulateur



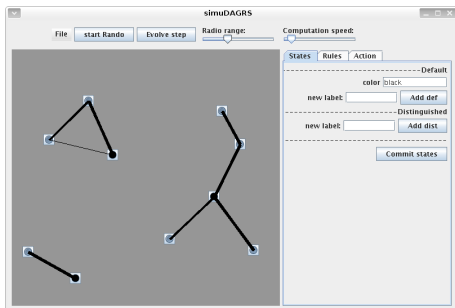
Simulateur



Fonctionnalités

- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)

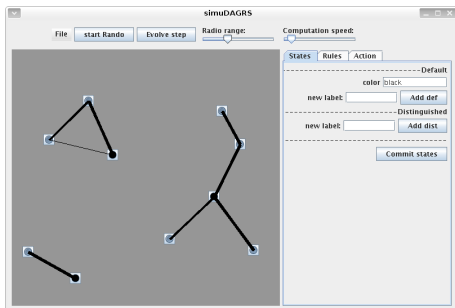
Simulateur



Fonctionnalités

- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)
- Interpréteur intégré pour les algorithmes

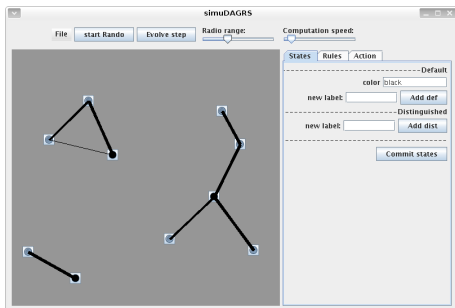
Simulateur



Fonctionnalités

- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)
- Interpréteur intégré pour les algorithmes
- Topologie "interactive" pendant l'exécution

Simulateur



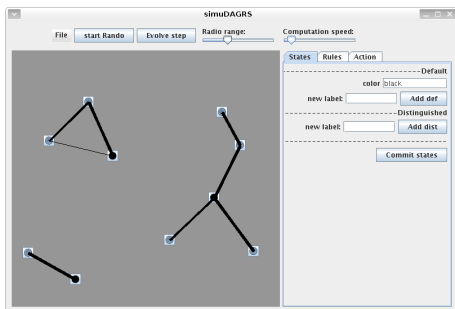
Fonctionnalités

- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)
- Interpréteur intégré pour les algorithmes
- Topologie "interactive" pendant l'exécution

ViSiDiA

- Plateforme généraliste pour la visualisation d'algorithmes distribués

Simulateur



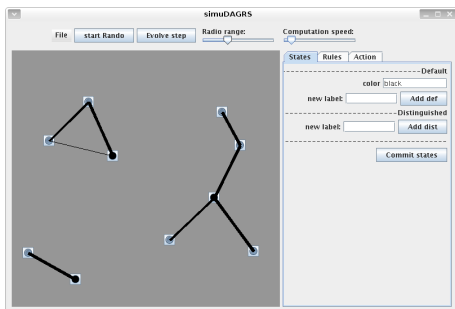
Fonctionnalités

- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)
- Interpréteur intégré pour les algorithmes
- Topologie "interactive" pendant l'exécution

ViSiDiA

- Plateforme généraliste pour la visualisation d'algorithmes distribués
- Développée au LaBRI (sous la direction de M. Mosbah)

Simulateur



Fonctionnalités

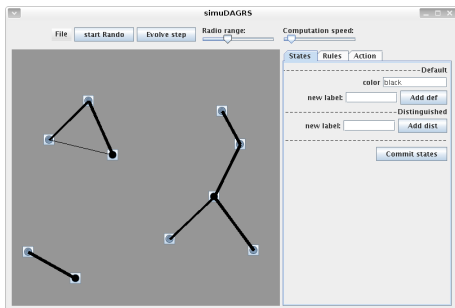
- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)
- Interpréteur intégré pour les algorithmes
- Topologie "interactive" pendant l'exécution

ViSiDiA

- Plateforme généraliste pour la visualisation d'algorithmes distribués
- Développée au LaBRI (sous la direction de M.Mosbah)

● <http://www.labri.fr/perso/casteigt/simulator.html> 

Simulateur





Fonctionnalités

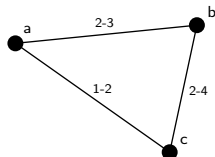
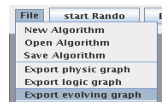
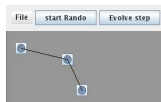
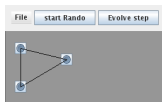
- Edition d'algorithmes de réétiquetage (graphes dynamiques)
- Interpréteur intégré pour les algorithmes
- Topologie "interactive" pendant l'exécution

ViSiDiA

- Plateforme généraliste pour la visualisation d'algorithmes distribués
- Développée au LaBRI (sous la direction de M.Mosbah)

- <http://www.labri.fr/perso/casteigt/simulator.html> 
- <http://www.labri.fr/projet/visidia> 

Éditeur de graphes évolutifs



dimensions

166 112

vertices

a 0 18

c 141 112

b 166 0

edges

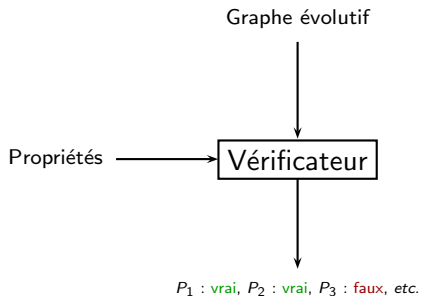
a c 1-2

a b 2-3

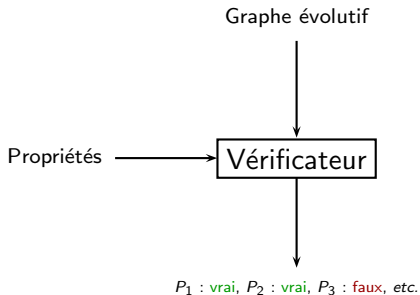
c b 2-4

format issu de [Monteiro, Goldman, Ferreira 2006]

Vérificateur de propriétés sur les graphes évolutifs

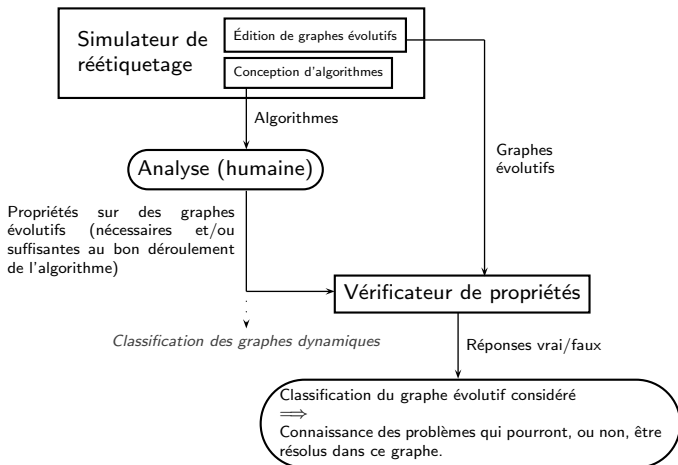


Vérificateur de propriétés sur les graphes évolutifs

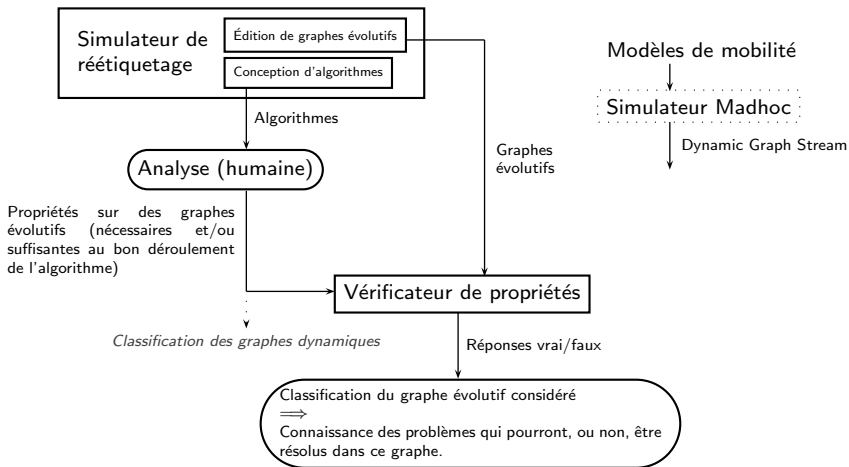


Complexité ?

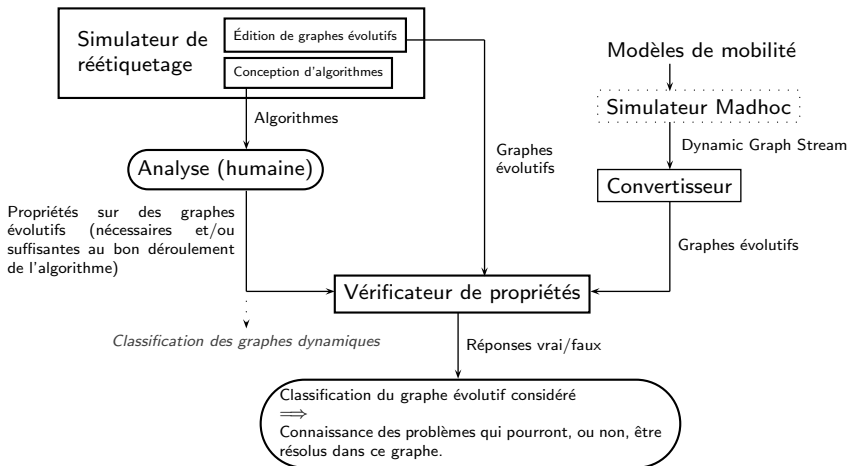
Chaîne logicielle



Chaîne logicielle



Chaîne logicielle



Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle


Perspectives

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse
 - Analyser d'autres algorithmes

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse
 - Analyser d'autres algorithmes
 - Retranscrire des résultats existants

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse
 - Analyser d'autres algorithmes
 - Retranscrire des résultats existants
 - **Alimenter la classification**

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse
 - Analyser d'autres algorithmes
 - Retranscrire des résultats existants
 - **Alimenter la classification**
- Étude du monde réel

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives


- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse
 - Analyser d'autres algorithmes
 - Retranscrire des résultats existants
 - **Alimenter la classification**
- Étude du monde réel
 - Modèles concrets de mobilités *via* Madhoc

Bilan et Perspectives

Bilan

- Extension des réétiquetages pour les graphes dynamiques - quelques algorithmes
- Formalisme et méthodologie pour l'analyse d'algorithmes, en fonction d'hypothèses sur la dynamique du graphe - classification
- Simulateur de réétiquetage de graphes dynamiques / autres outils
- Synchronisation à la demande
- Utilisation des réétiquetages dans une application réelle

Perspectives

- Modèles de calculs
 - Étoile ouverte / réseaux sans fil 
- Analyse
 - Analyser d'autres algorithmes
 - Retranscrire des résultats existants
 - **Alimenter la classification**
- Étude du monde réel
 - Modèles concrets de mobilités *via* Madhoc
 - Mesures de performances sur une mise en œuvre effective (*p.ex.* sur capteurs sans fil)