

Recherche Opérationnelle

Introduction

Nadia Brauner & Alice Joffard

22 janvier 2021



Faisons connaissance

Faisons connaissance



A propos du cours:

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h
- Page du cours:
<https://moodle.caseine.org/course/view.php?id=718>

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h
- Page du cours:
<https://moodle.caseine.org/course/view.php?id=718>
- Me contacter: alice.joffard@grenoble-inp.fr

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h
- Page du cours:
<https://moodle.caseine.org/course/view.php?id=718>
- Me contacter: alice.joffard@grenoble-inp.fr



A propos de moi:

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h
- Page du cours:
<https://moodle.caseine.org/course/view.php?id=718>
- Me contacter: alice.joffard@grenoble-inp.fr



A propos de moi:

- 2021: ATER à l'UGA et au laboratoire G-SCOP, équipe Optimisation Combinatoire

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h
- Page du cours:
<https://moodle.caseine.org/course/view.php?id=718>
- Me contacter: alice.joffard@grenoble-inp.fr



A propos de moi:

- 2021: ATER à l'UGA et au laboratoire G-SCOP, équipe Optimisation Combinatoire
- 2017-2020: Etudiante en thèse à l'Université Lyon 1

Faisons connaissance



A propos du cours:

- Organisation: 10 séances hybrides (CM-TD-TP) de 3h
- Page du cours:
<https://moodle.caseine.org/course/view.php?id=718>
- Me contacter: alice.joffard@grenoble-inp.fr



A propos de moi:

- 2021: ATER à l'UGA et au laboratoire G-SCOP, équipe Optimisation Combinatoire
- 2017-2020: Etudiante en thèse à l'Université Lyon 1
- *Domination de graphes et problèmes de reconfiguration*

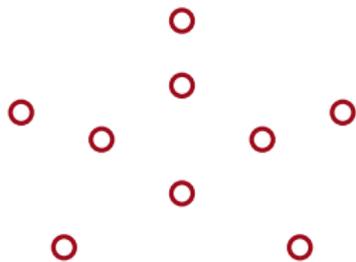
Théorie des graphes

Théorie des graphes

Grphe: (V,E)

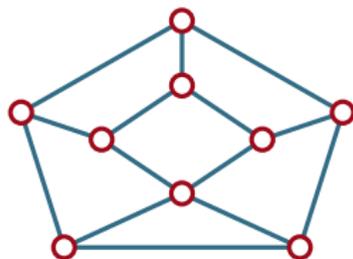
Théorie des graphes

Grphe: (V,E)



Théorie des graphes

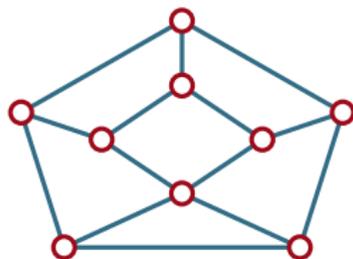
Grphe: (V,E)



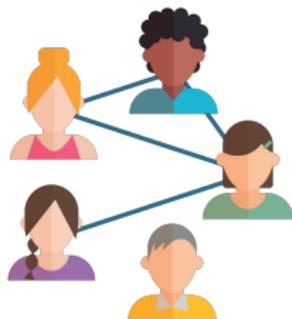
Applications:

Théorie des graphes

Graphe: (V,E)

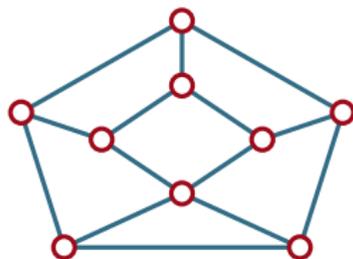


Applications:

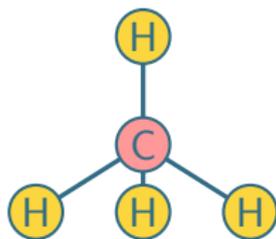
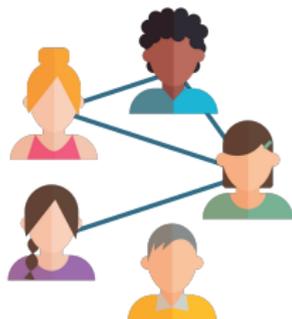


Théorie des graphes

Graphe: (V,E)

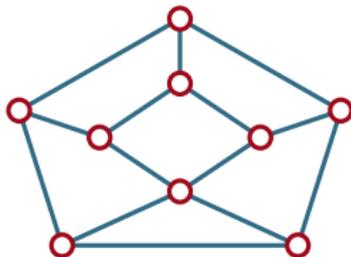


Applications:

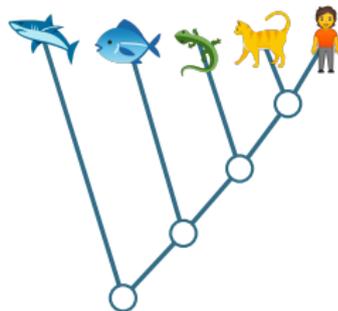
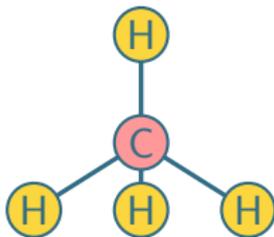
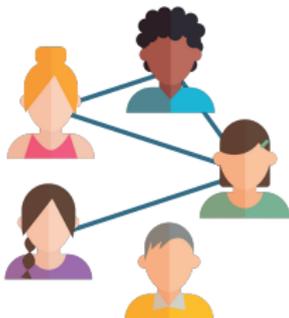


Théorie des graphes

Grphe: (V,E)



Applications:



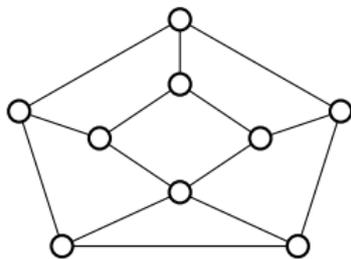
Domination de graphes

Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$

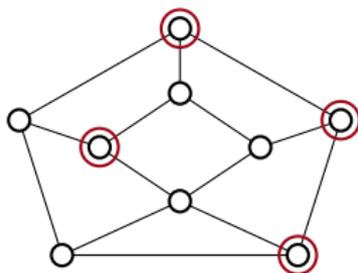
Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



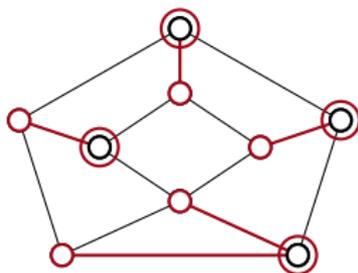
Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



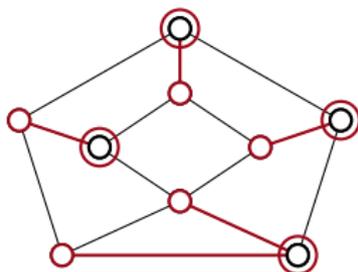
Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



Domination de graphes

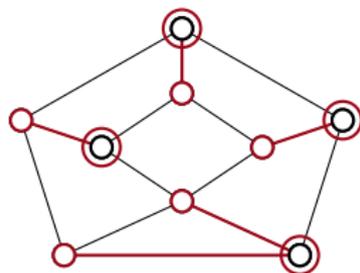
Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



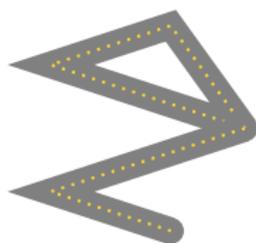
Applications:

Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



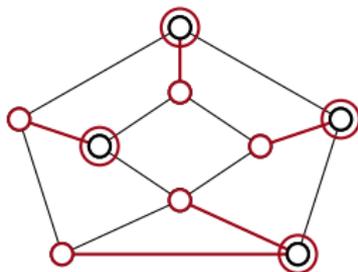
Applications:



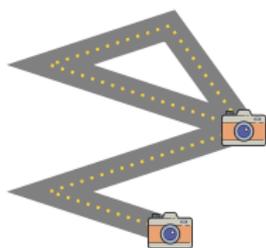
Surveillance de réseaux

Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



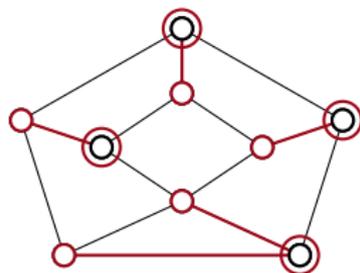
Applications:



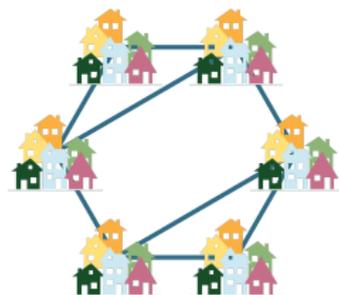
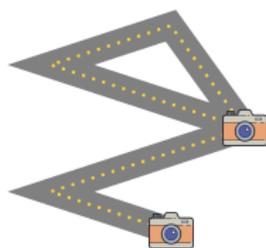
Surveillance de réseaux

Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



Applications:

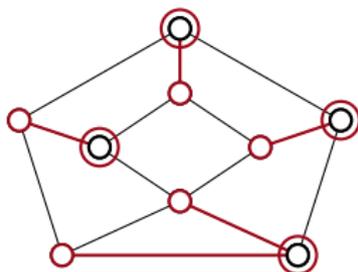


Surveillance de réseaux

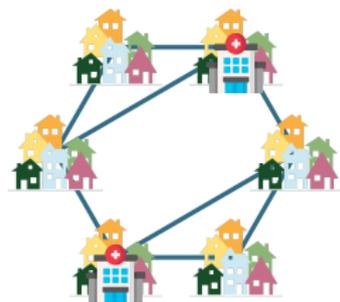
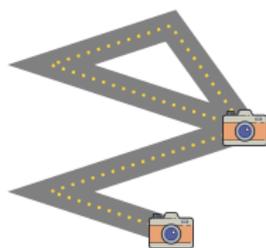
Placement d'établissements

Domination de graphes

Ensemble dominant D de G : pour tout $v \in V$, $v \in D$ ou il existe $u \in D$ tel que $uv \in E$



Applications:



Surveillance de réseaux

Placement d'établissements

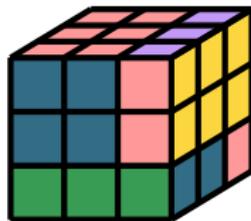
Reconfiguration

Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?

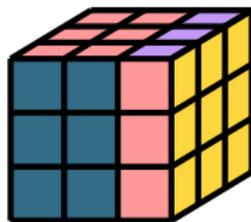
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



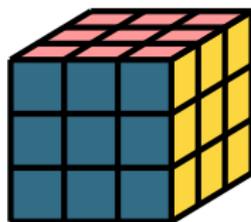
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



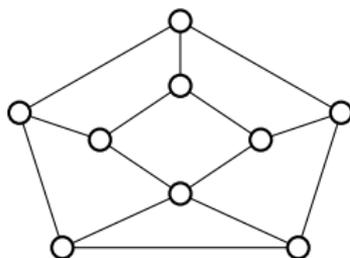
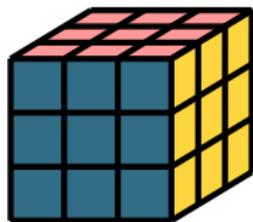
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



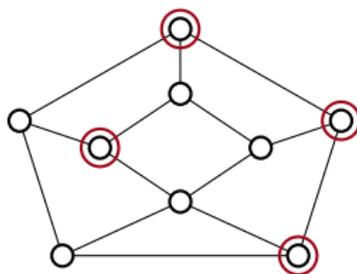
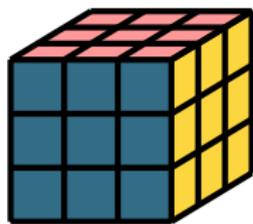
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



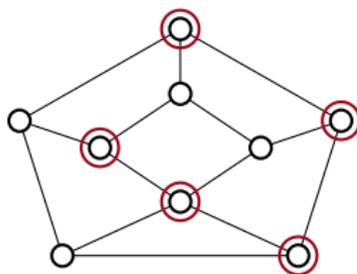
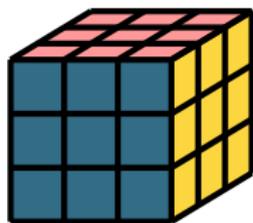
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



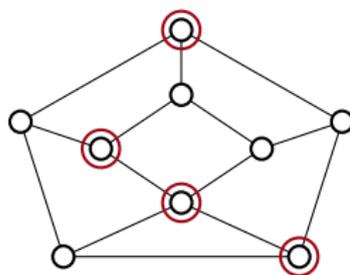
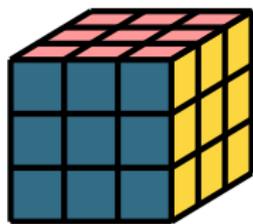
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



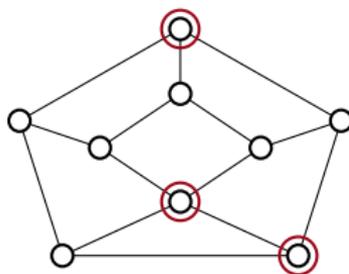
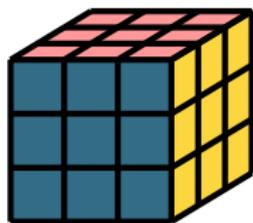
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



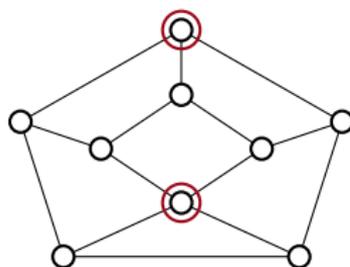
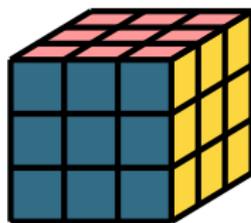
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



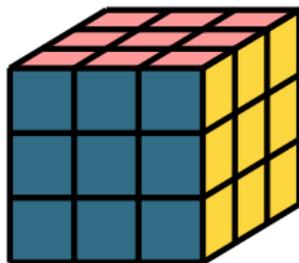
Reconfiguration

Peut-on transformer une solution d'un problème en une autre en appliquant une séquence de changements élémentaires qui maintiennent une solution?



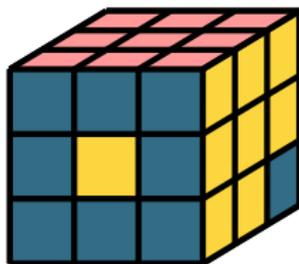
A vous de jouer

Quand j'étais petite, je trichais au Rubik's Cube: je décollais les stickers colorés pour les changer de place. Jalouse de ma soeur qui savait les résoudre, je me suis demandée si je pouvais, en échangeant la position de certains stickers, rendre le Rubik's Cube impossible à résoudre. A votre avis, était-ce possible ?



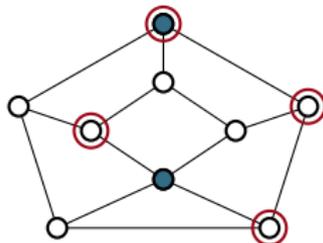
A vous de jouer

Quand j'étais petite, je trichais au Rubik's Cube: je décollais les stickers colorés pour les changer de place. Jalouse de ma soeur qui savait les résoudre, je me suis demandée si je pouvais, en échangeant la position de certains stickers, rendre le Rubik's Cube impossible à résoudre. A votre avis, était-ce possible ?



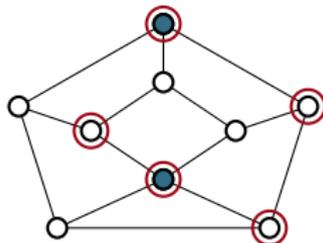
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



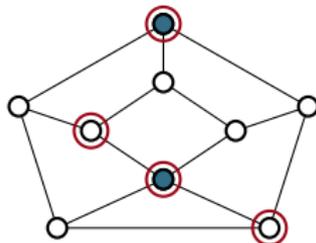
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



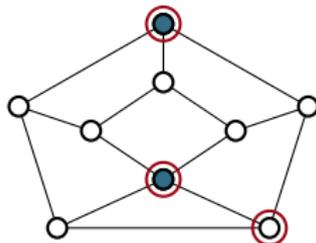
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



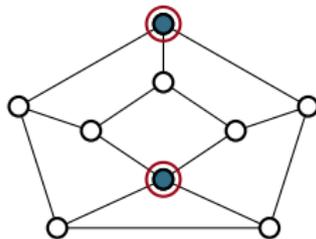
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



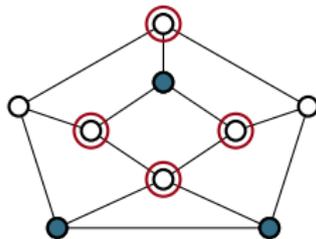
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



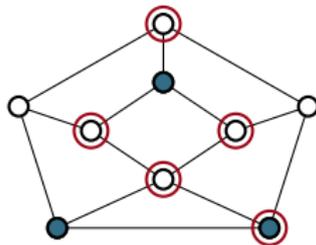
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



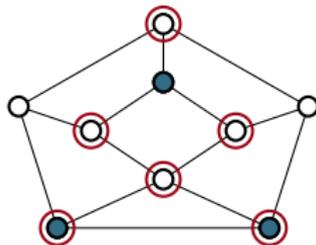
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



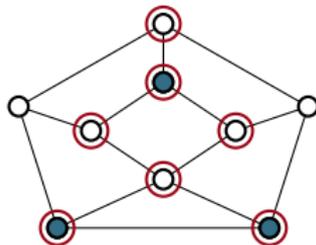
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



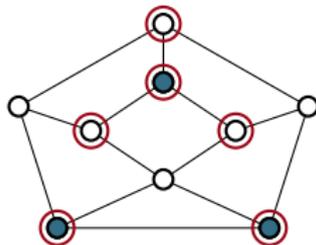
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



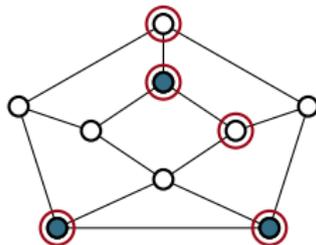
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



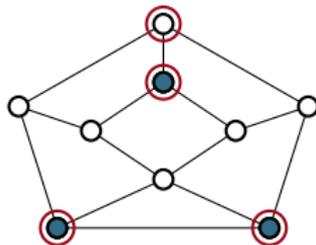
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



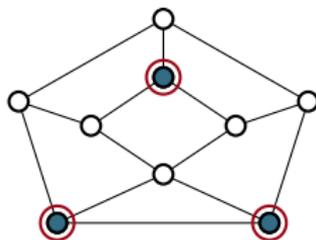
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



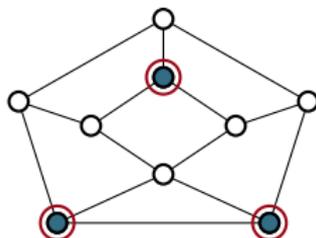
A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



A vous de jouer

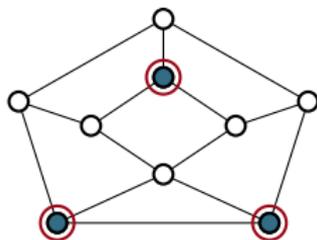
Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



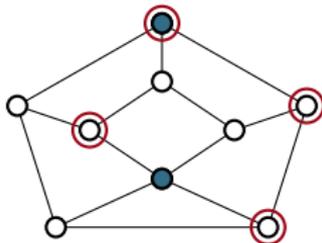
Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

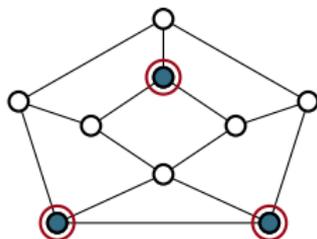


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

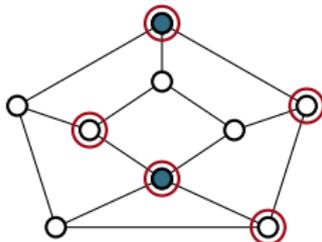


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

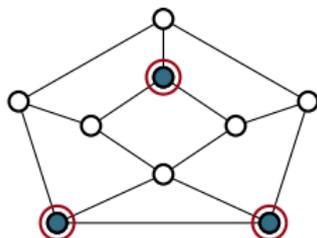


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

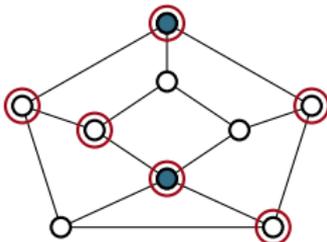


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

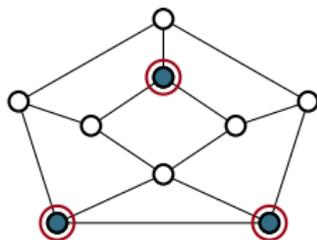


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

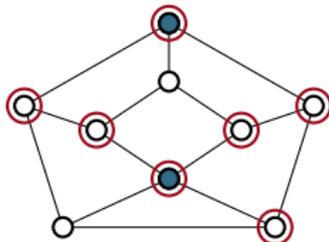


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

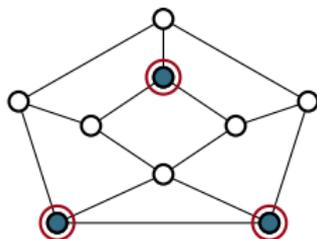


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

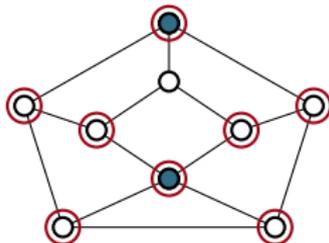


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

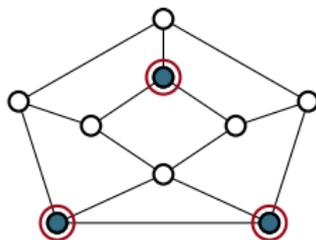


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

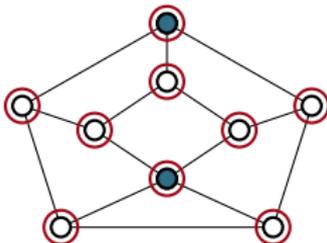


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

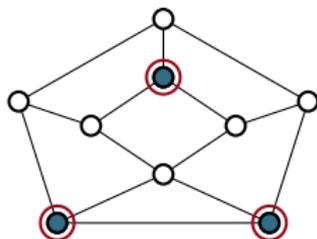


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

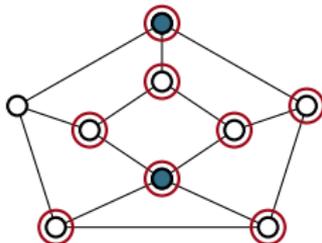


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

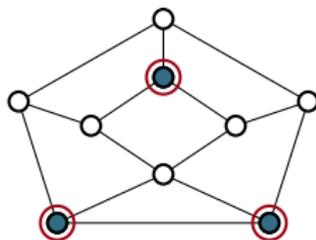


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

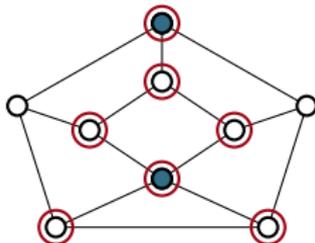


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

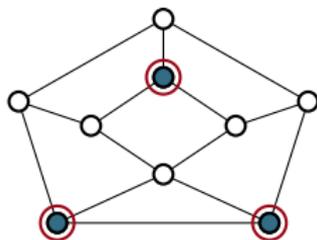


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

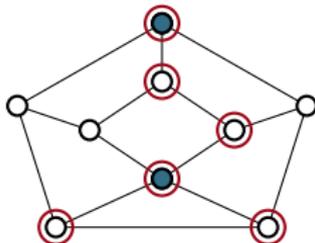


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

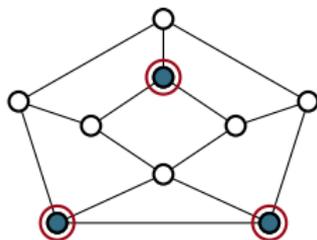


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

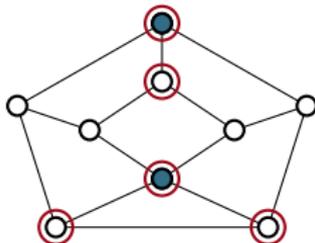


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

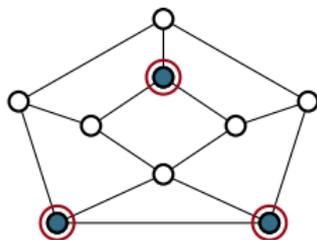


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

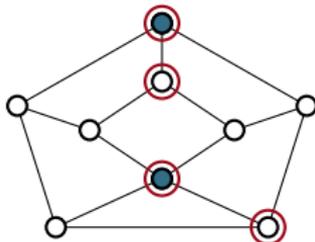


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

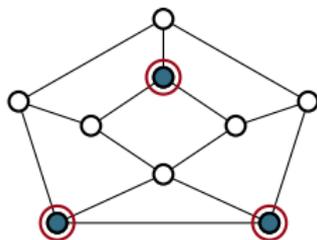


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

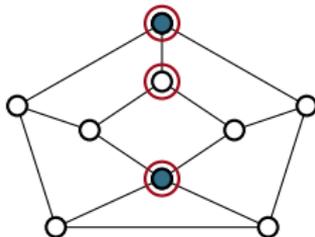


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

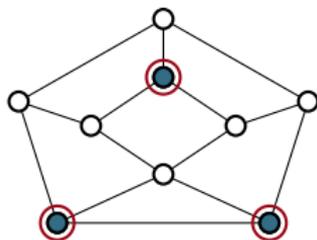


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

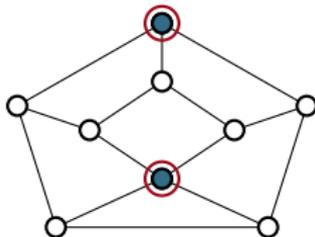


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?

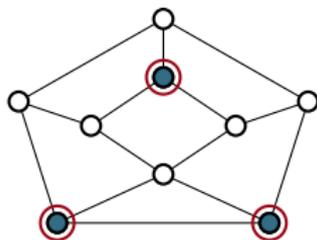


Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?

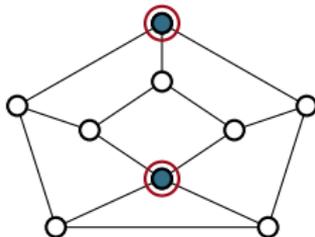


A vous de jouer

Peut-on transformer l'ensemble dominant rouge en l'ensemble dominant bleu ? En combien d'étapes au minimum ?



Peut-on transformer n'importe quel ensemble dominant rouge en n'importe quel ensemble dominant bleu ?



Pour en savoir plus: <https://youtu.be/2EMU5SZnusQ>

Recherche Opérationnelle

Recherche Opérationnelle

Définitions:

Recherche Opérationnelle

Définitions:

Cambridge Dictionary

Operational research UK (US operations research)

The systematic study of how best to **solve problems** in **business and industry**

Recherche Opérationnelle

Définitions:

Cambridge Dictionary

Operational research UK (US operations research)

The systematic study of how best to **solve problems** in **business and industry**

Wikipedia

Operations research, operational research, or simply OR, is the use of **mathematical models**, statistics and **algorithms** to aid in **decision-making**

Recherche Opérationnelle

Définitions:

Cambridge Dictionary

Operational research UK (US operations research)

The systematic study of how best to **solve problems** in **business and industry**

Wikipedia

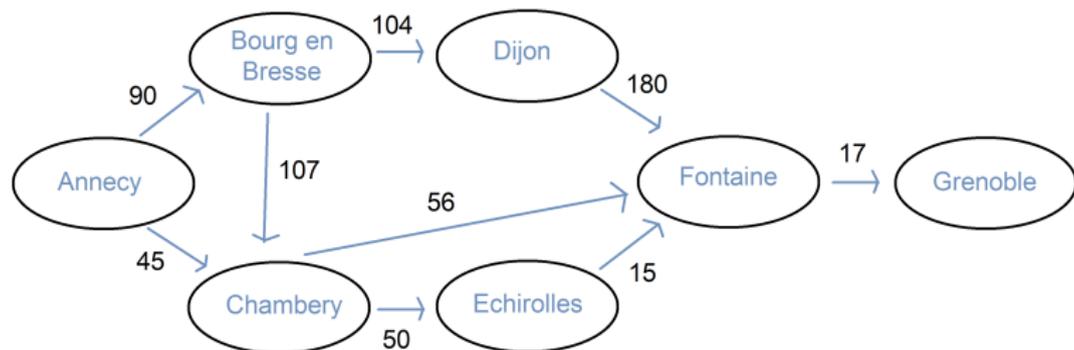
Operations research, operational research, or simply OR, is the use of **mathematical models**, statistics and **algorithms** to aid in **decision-making**

Roadef

Recherche Opérationnelle : **approche scientifique** pour la résolution de problèmes de **gestion de systèmes complexes**

A vous de jouer

Je voudrais aller d'Annecy à Grenoble en voiture. Je ne veux emprunter que les routes que je connais bien (je me perds très facilement), représentées sur ce graphe:



Les poids sur les arêtes correspondent aux temps de trajet (en minutes). Quelles routes dois-je emprunter si je veux mettre le moins de temps possible ?

A vous de jouer

A vous de jouer

- Je suis obligée de passer par Fontaine

A vous de jouer

- Je suis obligée de passer par Fontaine
- En passant par Dijon, je mettrai plus de 284min, or je peux faire moins (ACEFG par exemple)

A vous de jouer

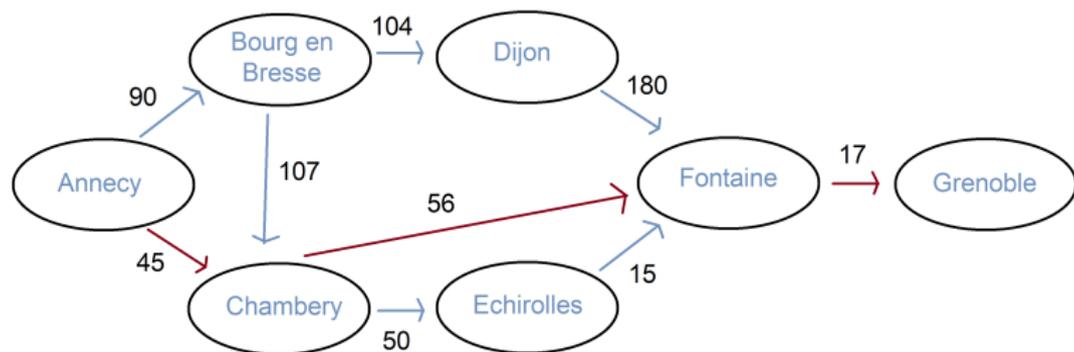
- Je suis obligée de passer par Fontaine
- En passant par Dijon, je mettrai plus de 284min, or je peux faire moins (ACEFG par exemple)
- Il n'y a donc aucun intérêt à passer par Bourg-en-Bresse

A vous de jouer

- Je suis obligée de passer par Fontaine
- En passant par Dijon, je mettrai plus de 284min, or je peux faire moins (ACEFG par exemple)
- Il n'y a donc aucun intérêt à passer par Bourg-en-Bresse
- Il n'y a aucun intérêt à passer par Echirolles

A vous de jouer

- Je suis obligée de passer par Fontaine
- En passant par Dijon, je mettrai plus de 284min, or je peux faire moins (ACEFG par exemple)
- Il n'y a donc aucun intérêt à passer par Bourg-en-Bresse
- Il n'y a aucun intérêt à passer par Echirolles



A vous de jouer

Pour son déménagement, Arthur veut utiliser que sa voiture, et ne veut faire qu'un aller. Malheureusement, sa voiture ne peut supporter qu'un poids maximum de 125kg, donc Arthur ne pourra pas emmener toutes ses affaires. Il a noté, sur une échelle de 0 à 100, l'utilité de chacun des objets qu'il comptait emmener.

Objet	Poids (kg)	Utilité (/100)
Appareil à raclette	20	100
Bouée licorne	5	1
Commode bancale	100	80
Doudou	1	100
Echelle télescopique	10	4
Fournitures scolaires	3	90
Géranium	1	20
Haltères	20	10

Quels objets Arthur a-t-il intérêt à emmener ?

Correction

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ?

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ?

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ? → Doudou

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ? → Doudou
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou fournitures scolaires ?

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ? → Doudou
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou fournitures scolaires ?
→ Fournitures scolaires (si si):

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ? → Doudou
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou fournitures scolaires ?
→ Fournitures scolaires (si si):

Objet	Poids (kg)	Utilité (/100)	Rapport Utilité/Poids
Appareil à raclette	20	100	5
Bouée licorne	5	1	0.2
Commode bancale	100	80	0.8
Doudou	1	100	100
Echelle télescopique	10	4	0.4
Fournitures scolaires	3	90	30
Géranium	1	20	20
Haltères	20	10	0.5

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ? → Doudou
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou fournitures scolaires ?
→ Fournitures scolaires (si si):

Objet	Poids (kg)	Utilité (/100)	Rapport Utilité/Poids
Appareil à raclette	20	100	5
Bouée licorne	5	1	0.2
Commode bancale	100	80	0.8
Doudou	1	100	100
Echelle télescopique	10	4	0.4
Fournitures scolaires	3	90	30
Géranium	1	20	20
Haltères	20	10	0.5

Arthur doit classer les objets par ordre rapport Utilité/Poids

décroissant et peut remplir sa voiture au poids maximum

Correction

- Doit-il privilégier appareil à raclette ou haltères ? → Appareil
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou doudou ? → Doudou
- Doit-il privilégier appareil à raclette ou fournitures scolaires ?
→ Fournitures scolaires (si si):

Objet	Poids (kg)	Utilité (/100)	Rapport Utilité/Poids
Appareil à raclette	20	100	5
Bouée licorne	5	1	0.2
Commode bancale	100	80	0.8
Doudou	1	100	100
Echelle télescopique	10	4	0.4
Fournitures scolaires	3	90	30
Géranium	1	20	20
Haltères	20	10	0.5

Arthur doit classer les objets par ordre rapport Utilité/Poids

décroissant et peut remplir sa voiture au poids maximum

Doudou, Fournitures, Géranium, Appareil à raclette, Commode

A vous de jouer

Un pâtissier se fait contacter par 8 clients qui souhaitent passer une commande. Chaque commande nécessite un temps de préparation donné et doit être effectuée avant un délai donné.

Commande	Préparation (h)	Délai (h)
Apfelstrudels	8	31
Bûche	6	20
Cheesecake	6	11
Dacquoise	1	8
Eclairs	7	7
Fraisier	7	28
Galette des rois	8	25
Hérissons	3	10

Toutes les commandes ont le même prix. Le pâtissier souhaite donc maximiser le nombre de commandes qu'il peut honorer. Quelles commandes doit-il accepter ? Dans quel ordre doit-il les exécuter ?

Correction

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
- Mais il ne pourra ensuite pas faire C

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
- Mais il ne pourra ensuite pas faire C
- C prend moins de temps → On dit non à E

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
- Mais il ne pourra ensuite pas faire C
- C prend moins de temps → On dit non à E
- Qu'est ce qui est le plus pressé ? D, puis H, C, B, G, puis F qu'on ne peut plus faire

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
- Mais il ne pourra ensuite pas faire C
- C prend moins de temps → On dit non à E
- Qu'est ce qui est le plus pressé ? D, puis H, C, B, G, puis F qu'on ne peut plus faire
- G prend plus de temps que F, autant faire F à la place

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
- Mais il ne pourra ensuite pas faire C
- C prend moins de temps → On dit non à E
- Qu'est ce qui est le plus pressé ? D, puis H, C, B, G, puis F qu'on ne peut plus faire
- G prend plus de temps que F, autant faire F à la place
- Grace à ça, on peut faire A

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
 - Mais il ne pourra ensuite pas faire C
 - C prend moins de temps → On dit non à E
 - Qu'est ce qui est le plus pressé ? D, puis H, C, B, G, puis F qu'on ne peut plus faire
 - G prend plus de temps que F, autant faire F à la place
 - Grace à ça, on peut faire A
- Le pâtissier fait une Daquoise puis les Hérissons, le Cheesecake, la Bûche, le Fraisier, et les Apfelstrudels

Correction

- Si le pâtissier fait E, il doit les faire en premier
 - Mais il ne pourra ensuite pas faire C
 - C prend moins de temps → On dit non à E
 - Qu'est ce qui est le plus pressé ? D, puis H, C, B, G, puis F qu'on ne peut plus faire
 - G prend plus de temps que F, autant faire F à la place
 - Grace à ça, on peut faire A
- Le pâtissier fait une Daquoise puis les Hérrisons, le Cheesecake, la Bûche, le Fraisier, et les Apfelstrudels
- Tant pis pour les Eclairs et la Galette des rois, en même temps on est le 22 janvier faut arrêter de manger des galettes à un moment

Recherche Opérationnelle

Recherche Opérationnelle

- Science du "comment mieux faire avec moins"

Recherche Opérationnelle

- Science du "comment mieux faire avec moins"
- Des *outils* pour:
 - rationaliser
 - simuler
 - optimiser
 - planifier

l'architecture et le fonctionnement des systèmes industriels et économiques.

Recherche Opérationnelle

- Science du "comment mieux faire avec moins"
- Des *outils* pour:
 - rationaliser
 - simuler
 - optimiser
 - planifier

l'architecture et le fonctionnement des systèmes industriels et économiques.

- Des *modèles* pour analyser des situations complexes

Recherche Opérationnelle

- Science du "comment mieux faire avec moins"
- Des *outils* pour:
 - rationaliser
 - simuler
 - optimiser
 - planifier

l'architecture et le fonctionnement des systèmes industriels et économiques.

- Des *modèles* pour analyser des situations complexes
- Permet aux décideurs de faire des choix efficaces et robustes

Recherche Opérationnelle

Recherche Opérationnelle

Une discipline à la croisée des mathématiques et de l'informatique

Recherche Opérationnelle

Une discipline à la croisée des mathématiques et de l'informatique

- prolongement de l'algorithmique

Recherche Opérationnelle

Une discipline à la croisée des mathématiques et de l'informatique

- prolongement de l'algorithmique
- manipulant des structures plus élaborées : graphes, polyèdres...

Recherche Opérationnelle

Une discipline à la croisée des mathématiques et de l'informatique

- prolongement de l'algorithmique
- manipulant des structures plus élaborées : graphes, polyèdres...
- domaine d'application de la théorie de la complexité algorithmique

Recherche Opérationnelle

Une discipline à la croisée des mathématiques et de l'informatique

- prolongement de l'algorithmique
- manipulant des structures plus élaborées : graphes, polyèdres...
- domaine d'application de la théorie de la complexité algorithmique

Une boîte à outils de méthodes pour aborder sagement et sereinement les problèmes d'optimisation

Recherche Opérationnelle

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

- aident à trouver:
 - une solution où l'homme n'en trouvait pas

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

- aident à trouver:
 - une solution où l'homme n'en trouvait pas
 - une solution sur des problèmes nouveaux où l'homme n'a aucune expérience

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

- aident à trouver:
 - une solution où l'homme n'en trouvait pas
 - une solution sur des problèmes nouveaux où l'homme n'a aucune expérience
 - une solution meilleure que celle trouvée par l'homme

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

- aident à trouver:
 - une solution où l'homme n'en trouvait pas
 - une solution sur des problèmes nouveaux où l'homme n'a aucune expérience
 - une solution meilleure que celle trouvée par l'homme
 - plusieurs solutions là où l'homme n'en envisageait qu'une

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

- aident à trouver:
 - une solution où l'homme n'en trouvait pas
 - une solution sur des problèmes nouveaux où l'homme n'a aucune expérience
 - une solution meilleure que celle trouvée par l'homme
 - plusieurs solutions là où l'homme n'en envisageait qu'une
- aident à juger de la qualité d'une solution

Recherche Opérationnelle

Les outils de RO-AD:

- aident à trouver:
 - une solution où l'homme n'en trouvait pas
 - une solution sur des problèmes nouveaux où l'homme n'a aucune expérience
 - une solution meilleure que celle trouvée par l'homme
 - plusieurs solutions là où l'homme n'en envisageait qu'une
- aident à juger de la qualité d'une solution
- aident à confirmer / justifier des décisions

Recherche Opérationnelle: Applications

Recherche Opérationnelle: Applications

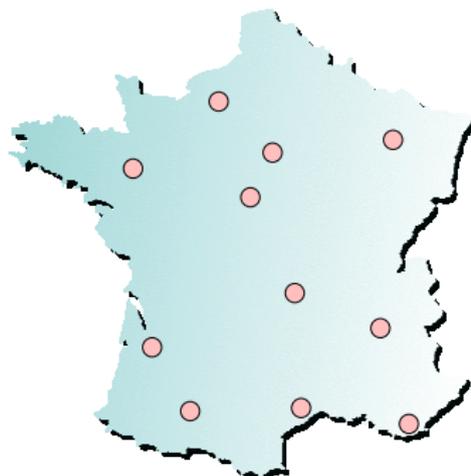
- Un voyageur de commerce, basé à Toulon, doit visiter ses clients à travers la France

Recherche Opérationnelle: Applications

- Un voyageur de commerce, basé à Toulon, doit visiter ses clients à travers la France
- Il souhaite effectuer la tournée la plus courte possible

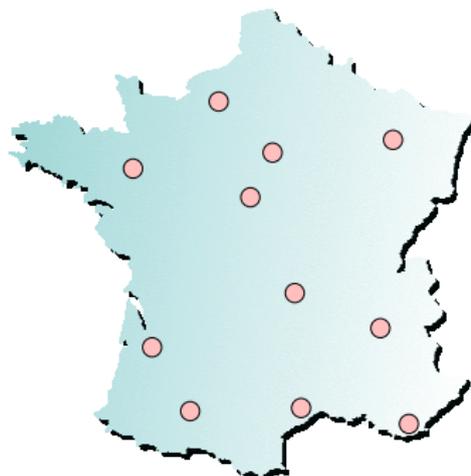
Recherche Opérationnelle: Applications

- Un voyageur de commerce, basé à Toulon, doit visiter ses clients à travers la France
- Il souhaite effectuer la tournée la plus courte possible



Recherche Opérationnelle: Applications

- Un voyageur de commerce, basé à Toulon, doit visiter ses clients à travers la France
- Il souhaite effectuer la tournée la plus courte possible

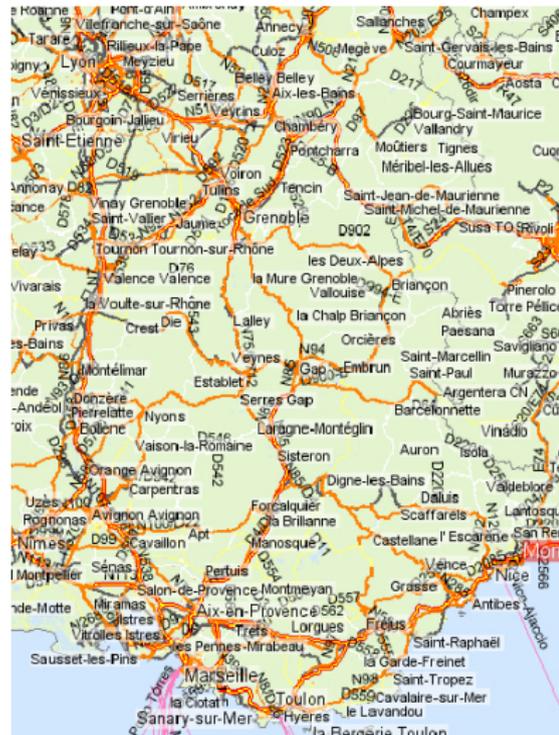


Applications à la tournée des facteurs, au ramassage des déchets. . .

Recherche Opérationnelle: Applications

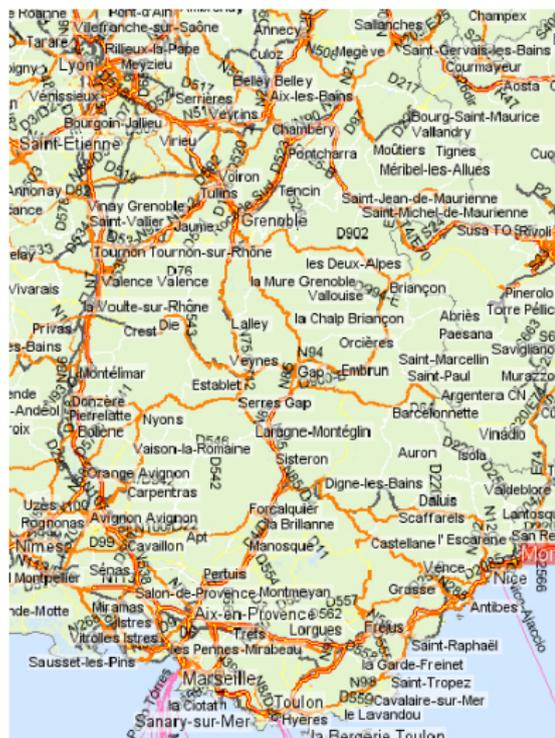
Recherche Opérationnelle: Applications

Quel est le trajet le plus court entre Grenoble et Nice?



Recherche Opérationnelle: Applications

Quel est le trajet le plus court entre Grenoble et Nice?



Application au transport de marchandise, aux GPS. . .

Recherche Opérationnelle: Applications

Recherche Opérationnelle: Applications

- Des femmes: Alice, Bénédicte, Camille

Recherche Opérationnelle: Applications

- Des femmes: Alice, Bénédicte, Camille
- Des hommes: Elie, François, Gondran

Recherche Opérationnelle: Applications

- Des femmes: Alice, Bénédicte, Camille
- Des hommes: Elie, François, Gondran

Préférences des femmes:

A:	G	E	F
B:	F	E	G
C:	G	E	F

Préférences des hommes:

E:	A	B	C
F:	B	C	A
G:	A	C	B

Recherche Opérationnelle: Applications

- Des femmes: Alice, Bénédicte, Camille
- Des hommes: Elie, François, Gondran

Préférences des femmes:

A:	G	E	F
B:	F	E	G
C:	G	E	F

Préférences des hommes:

E:	A	B	C
F:	B	C	A
G:	A	C	B

- Comment faire les couples ?

Recherche Opérationnelle: Applications

- Des femmes: Alice, Bénédicte, Camille
- Des hommes: Elie, François, Gondran

Préférences des femmes:

A:	G	E	F
B:	F	E	G
C:	G	E	F

Préférences des hommes:

E:	A	B	C
F:	B	C	A
G:	A	C	B

- Comment faire les couples ?
- Applications aux affectations étudiants-universités, dons d'organes. . .

Recherche Opérationnelle: Applications

Recherche Opérationnelle: Applications

Les challenges ROADEF:

<http://challenge.roadef.org/>

- 2018 Optimisation de découpe de verre (Saint Gobain)
- 2016 An inventory routing problem (Air Liquide)
- 2014 Les trains ne disparaissent pas ! (SNCF)
- 2012 Réaffectation de machinest (Google)
- 2010 Gestion d'énergie (EDF)
- 2009 Gestion des perturbations dans le transport aérien (Amadeus)
- 2007 Planif. des techniciens et des interventions (France Telecom)
- 2005 Ordonnancement de véhicules sur une chaîne de montage automobile (Renault)
- 2003 Gestion des prises de vue réalisées par un satellite d'observation de la Terre (ONERA et CNES)
- 2001 Allocation de fréquences avec polarisation (CELAR, armée)
- 1999 Gestion de stock de matériels (Bouygues)

Recherche Opérationnelle: Outils

Recherche Opérationnelle: Outils

Programmation Linéaire:

Recherche Opérationnelle: Outils

Programmation Linéaire:

min le coût / max le profit

$$\min / \max \quad c_1 x_1 + c_2 x_2 \dots c_n x_n$$

satisfaire la demande

$$a_1 x_1 + a_2 x_2 \dots a_n x_n \geq b_1$$

avec des ressources limitées

$$a'_1 x_1 + a'_2 x_2 \dots a'_n x_n \leq b'_1$$

quantités produites

$$x_1, x_2 \dots x_n \geq 0$$

Recherche Opérationnelle: Outils

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

- Trouver la meilleure solution parmi un nombre fini mais très grand de choix

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

- Trouver la meilleure solution parmi un nombre fini mais très grand de choix
- Un problème d'OC se caractérise par:

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

- Trouver la meilleure solution parmi un nombre fini mais très grand de choix
- Un problème d'OC se caractérise par:
 - La présence de choix, à faire parmi un ensemble fini d'alternatives

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

- Trouver la meilleure solution parmi un nombre fini mais très grand de choix
- Un problème d'OC se caractérise par:
 - La présence de choix, à faire parmi un ensemble fini d'alternatives
 - Une notion de coût, ou de gain, ou de perte

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

- Trouver la meilleure solution parmi un nombre fini mais très grand de choix
- Un problème d'OC se caractérise par:
 - La présence de choix, à faire parmi un ensemble fini d'alternatives
 - Une notion de coût, ou de gain, ou de perte
 - La nécessité de faire globalement les bons choix, de manière à optimiser la valeur objectif

Recherche Opérationnelle: Outils

Optimisation Combinatoire:

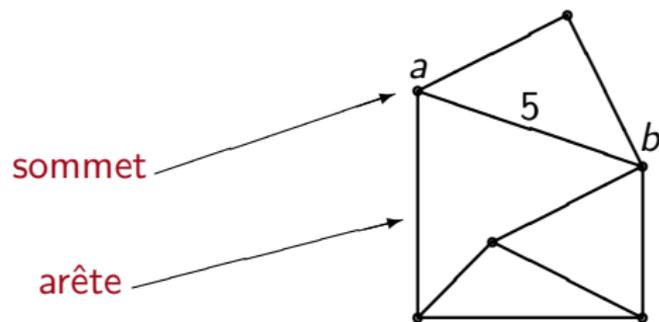
- Trouver la meilleure solution parmi un nombre fini mais très grand de choix
- Un problème d'OC se caractérise par:
 - La présence de choix, à faire parmi un ensemble fini d'alternatives
 - Une notion de coût, ou de gain, ou de perte
 - La nécessité de faire globalement les bons choix, de manière à optimiser la valeur objectif
- Exemples : emplois du temps, remplissage du coffre d'une voiture. . .

Recherche Opérationnelle: Outils

Recherche Opérationnelle: Outils

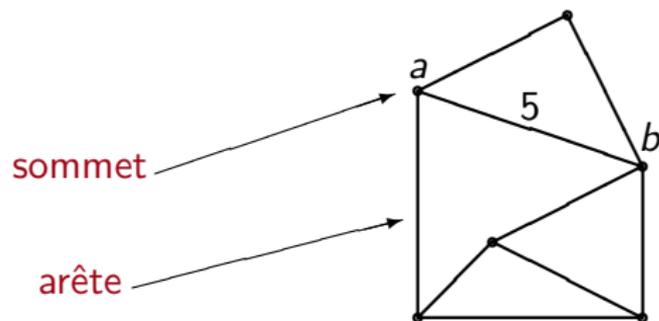
Graphes:

Recherche Opérationnelle: Outils



Graphes:

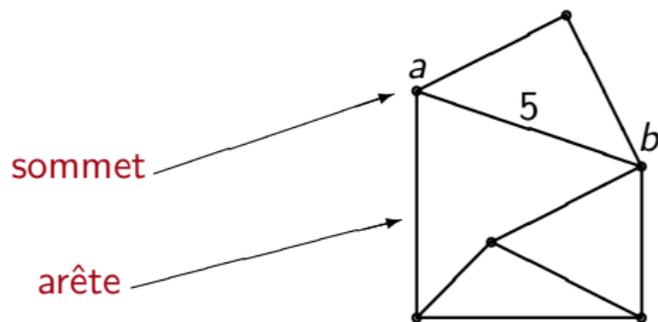
Recherche Opérationnelle: Outils



Graphes:

Valuation des arêtes = coût, temps, distance, capacité...

Recherche Opérationnelle: Outils



Graphes:

Valuation des arêtes = coût, temps, distance, capacité...

Exemple: pour la tournée du facteur, valuation des arêtes sur le temps de trajet

Recherche Opérationnelle: en France

Recherche Opérationnelle: en France

- Enquête 2010 de la Roadef dans le monde académique:
 - ≈ 75 équipes ou laboratoires
 - ≈ 1400 membres
 - ≈ 700 chercheurs, enseignants chercheurs, ingénieurs de recherche permanents
 - ≈ 500 doctorants

Recherche Opérationnelle: en France

- Enquête 2010 de la Roadef dans le monde académique:
 - ≈ 75 équipes ou laboratoires
 - ≈ 1400 membres
 - ≈ 700 chercheurs, enseignants chercheurs, ingénieurs de recherche permanents
 - ≈ 500 doctorants
- Dans les grandes groupes: SNCF, EDF, La poste. . .

Recherche Opérationnelle: en France

- Enquête 2010 de la Roadef dans le monde académique:
 - ≈ 75 équipes ou laboratoires
 - ≈ 1400 membres
 - ≈ 700 chercheurs, enseignants chercheurs, ingénieurs de recherche permanents
 - ≈ 500 doctorants
- Dans les grandes groupes: SNCF, EDF, La poste. . .
- Par des sociétés de conseils spécialisées: Eurodécision, Artelys, Localsolver. . .

Recherche Opérationnelle: en France

- Enquête 2010 de la Roadef dans le monde académique:
 - ≈ 75 équipes ou laboratoires
 - ≈ 1400 membres
 - ≈ 700 chercheurs, enseignants chercheurs, ingénieurs de recherche permanents
 - ≈ 500 doctorants
- Dans les grandes groupes: SNCF, EDF, La poste. . .
- Par des sociétés de conseils spécialisées: Eurodécision, Artelys, Localsolver. . .
- Par des logiciels spécialisés: Alma, Optilogistics, Gurobi. . .

Recherche Opérationnelle : pour en savoir plus

Recherche Opérationnelle : pour en savoir plus

Le Livre Blanc de la Recherche Opérationnelle en France

Recherche Opérationnelle : pour en savoir plus

Le Livre Blanc de la Recherche Opérationnelle en France

- Comment les industriels s'organisent

Recherche Opérationnelle : pour en savoir plus

Le Livre Blanc de la Recherche Opérationnelle en France

- Comment les industriels s'organisent
- D'incontestables réussites

Recherche Opérationnelle : pour en savoir plus

Le Livre Blanc de la Recherche Opérationnelle en France

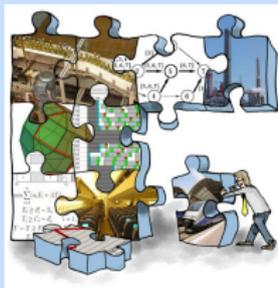
- Comment les industriels s'organisent
- D'incontestables réussites
- Sociétés de conseil et éditeurs de logiciels

Recherche Opérationnelle : pour en savoir plus

Le Livre Blanc de la Recherche Opérationnelle en France

- Comment les industriels s'organisent
- D'incontestables réussites
- Sociétés de conseil et éditeurs de logiciels

La Recherche Opérationnelle
en France



<http://www.roadef.org/>

Webographie

Webographie

Cours:

Webographie

Cours:

- M2 de Recherche Opérationnelle, Combinatoire et Optimisation

<http://orco.imag.fr/>

Webographie

Cours:

- M2 de Recherche Opérationnelle, Combinatoire et Optimisation

<http://orco.imag.fr/>

Vie de la RO en France:

Webographie

Cours:

- M2 de Recherche Opérationnelle, Combinatoire et Optimisation

<http://orco.imag.fr/>

Vie de la RO en France:

- Société française de RO

www.roadef.org

Webographie

Cours:

- M2 de Recherche Opérationnelle, Combinatoire et Optimisation

<http://orco.imag.fr/>

Vie de la RO en France:

- Société française de RO

www.roadef.org

- Groupe de Recherche en RO du CNRS

gdrro.lip6.fr

Webographie

Cours:

- M2 de Recherche Opérationnelle, Combinatoire et Optimisation
<http://orco.imag.fr/>

Vie de la RO en France:

- Société française de RO
www.roadef.org
- Groupe de Recherche en RO du CNRS
gdrro.lip6.fr
- Séminaire de recherche en OC et RO à Grenoble
www.g-scop.grenoble-inp.fr/

Conclusion

Conclusion

- Faire le mieux (coût min, meilleur profit, plus courte distance, le plus rapide. . .)

Conclusion

- Faire le mieux (coût min, meilleur profit, plus courte distance, le plus rapide. . .)
- Avec les ressources disponibles (temps machine, postes de travail, mémoire, ressource homme, matière première, camions. . .)

Conclusion

- Faire le mieux (coût min, meilleur profit, plus courte distance, le plus rapide. . .)
- Avec les ressources disponibles (temps machine, postes de travail, mémoire, ressource homme, matière première, camions. . .)
- Outils mathématiques, informatiques, économiques. . .

Conclusion

- Faire le mieux (coût min, meilleur profit, plus courte distance, le plus rapide. . .)
- Avec les ressources disponibles (temps machine, postes de travail, mémoire, ressource homme, matière première, camions. . .)
- Outils mathématiques, informatiques, économiques. . .

OPTIMISER DES CRITERES
C'EST DE L'OPTIMISATION



OPTIMISER TOUS LES CRITERES
C'EST ...

