

Recherche Opérationnelle 1A

Premier cours

Introduction

Zoltán Szigeti

Ensimag, Grenoble INP
Laboratoire G-SCOP

Enseignant

- ① SZIGETI, Zoltán
 - De quelle nationalité à votre avis ?

Enseignant

- ① SZIGETI, Zoltán
 - De quelle nationalité à votre avis ?
 - Hongroise.



Enseignant

- ① SZIGETI, Zoltán
 - De quelle nationalité à votre avis ?
 - Hongroise.
- ② Professeur de RO à l'Ensimag.



Enseignant

- ① SZIGETI, Zoltán
 - De quelle nationalité à votre avis ?
 - Hongroise.
- ② Professeur de RO à l'Ensimag.
- ③ Adresse e-mail : zoltan.szigeti@grenoble-inp.fr



Enseignant

- ❶ SZIGETI, Zoltán
 - De quelle nationalité à votre avis ?
 - Hongroise.
- ❷ Professeur de RO à l'Ensimag.
- ❸ Adresse e-mail : zoltan.szigeti@grenoble-inp.fr
 - Je déteste les mails !



Enseignant

- ① SZIGETI, Zoltán
 - De quelle nationalité à votre avis ?
 - Hongroise.
- ② Professeur de RO à l'Ensimag.
- ③ Adresse e-mail : zoltan.szigeti@grenoble-inp.fr
 - Je déteste les mails !
 - Écrivez si c'est une question de vie ou de mort !



Recherche

Recherche

- 1 Recherche au Laboratoire G-SCOP.



Recherche

- ① Recherche au Laboratoire G-SCOP.
 - Qu'est-ce que ça veut dire ?



Recherche

- ① Recherche au Laboratoire G-SCOP.
 - Qu'est-ce que ça veut dire ?
 - Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble.



Recherche

- ① Recherche au Laboratoire G-SCOP.
 - Qu'est-ce que ça veut dire ?
 - Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble.
- ② Sujets de recherche



Recherche

① Recherche au Laboratoire G-SCOP.

- Qu'est-ce que ça veut dire ?
- Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble.

② Sujets de recherche

- Couplages,



Recherche

① Recherche au Laboratoire G-SCOP.

- Qu'est-ce que ça veut dire ?
- Laboratoire des Sciences pour la Conception, l'Optimisation et la Production de Grenoble.

② Sujets de recherche

- Couplages,
- Connexité (fiabilité d'un réseau).



Quelques mots sur la Recherche Opérationnelle

Questions



Questions

- 1 Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?



Questions

- ❶ Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?
- ❷ C'est quoi la RO ?



Questions

- ❶ Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?
- ❷ C'est quoi la RO ?
- ❸ Que va-t-on apprendre ?



Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?

Réponse

Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?

Réponse

- 1 Vous êtes de futurs ingénieurs.



Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?

Réponse

- 1 Vous êtes de futurs ingénieurs.
- 2 Que fait un ingénieur ?



Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?

Réponse

- ① Vous êtes de futurs ingénieurs.
- ② Que fait un ingénieur ?
 - Il est confronté à des problèmes qu'il doit résoudre.



Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?

Réponse

- ❶ Vous êtes de futurs ingénieurs.
- ❷ Que fait un ingénieur ?
 - Il est confronté à des problèmes qu'il doit résoudre.
- ❸ Comment ?



Pourquoi enseigne-t-on la RO à l'Ensimag ?

Réponse

- ❶ Vous êtes de futurs ingénieurs.
- ❷ Que fait un ingénieur ?
 - Il est confronté à des problèmes qu'il doit résoudre.
- ❸ Comment ?
 - En utilisant la RO !

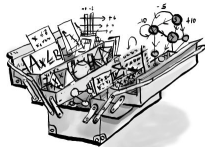


Image de boîte à outils de Lionel Lagarde.

C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- 1 Approche scientifique

C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- ➊ Approche scientifique
- ➋ dont les résultats doivent être opérationnels dans la pratique

C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- ➊ Approche scientifique
- ➋ dont les résultats doivent être opérationnels dans la pratique
- ➌ malgré une complexité élevée et une très grande taille.

C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- ➊ Approche scientifique
- ➋ dont les résultats doivent être opérationnels dans la pratique
- ➌ malgré une complexité élevée et une très grande taille.

Il faut prendre en charge

C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- ① Approche scientifique
- ② dont les résultats doivent être opérationnels dans la pratique
- ③ malgré une complexité élevée et une très grande taille.

Il faut prendre en charge

- ① Modélisation du problème,



C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- 1 Approche scientifique
- 2 dont les résultats doivent être opérationnels dans la pratique
- 3 malgré une complexité élevée et une très grande taille.

Il faut prendre en charge

- 1 Modélisation du problème,
- 2 Résolution de ce modèle,



C'est quoi la RO ?

Réponse d'un dictionnaire

- 1 Approche scientifique
- 2 dont les résultats doivent être opérationnels dans la pratique
- 3 malgré une complexité élevée et une très grande taille.

Il faut prendre en charge

- 1 Modélisation du problème,
- 2 Résolution de ce modèle,
- 3 Confrontation de la solution avec la réalité.



Se confronter à la
réalité du terrain

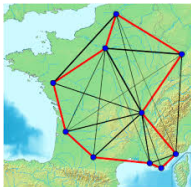


Modèles et outils

① Modèles classiques

Modèles et outils

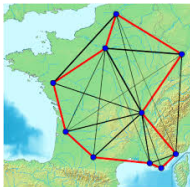
- 1 Modèles classiques
 - Graphes,



Modèles et outils

① Modèles classiques

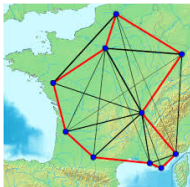
- Graphes,
- Programmes Linéaires.



$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Modèles et outils

- ❶ Modèles classiques
 - Graphes,
 - Programmes Linéaires.
- ❷ Outils mis à la disposition du modélisateur.

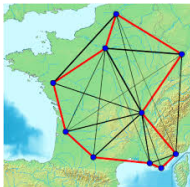


$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$



Modèles et outils

- ① Modèles classiques
 - Graphes,
 - Programmes Linéaires.
- ② Outils mis à la disposition du modélisateur.
D'où viennent ces outils ?

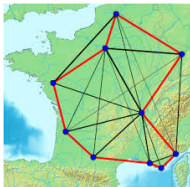


$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$



Modèles et outils

- ❶ Modèles classiques
 - Graphes,
 - Programmes Linéaires.
- ❷ Outils mis à la disposition du modélisateur.
D'où viennent ces outils ?
 - Théorie des graphes,

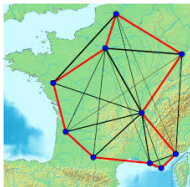


$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$



Modèles et outils

- ❶ Modèles classiques
 - Graphes,
 - Programmes Linéaires.
- ❷ Outils mis à la disposition du modélisateur.
D'où viennent ces outils ?
 - Théorie des graphes,
 - Optimisation combinatoire,



$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$



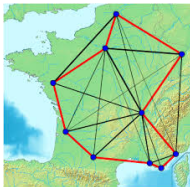
Modèles et outils

① Modèles classiques

- Graphes,
- Programmes Linéaires.

② Outils mis à la disposition du modélisateur. D'où viennent ces outils ?

- Théorie des graphes,
- Optimisation combinatoire,
- Programmation linéaire,

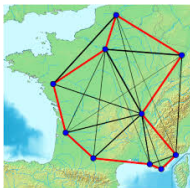


$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

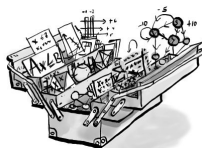


Modèles et outils

- ① Modèles classiques
 - Graphes,
 - Programmes Linéaires.
- ② Outils mis à la disposition du modélisateur.
D'où viennent ces outils ?
 - Théorie des graphes,
 - Optimisation combinatoire,
 - Programmation linéaire,
 - Informatique fondamentale.



$$(P_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$



Que va-t-on apprendre ?

Planning du cours RO

- ① Théorie des graphes,
- ② Optimisation combinatoire,
- ③ Programmation linéaire,
- ④ Informatique fondamentale. (très brièvement)

Théorie des graphes

Théorie des graphes

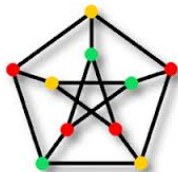
- 1 "Visualiser et résoudre des problèmes liés aux réseaux."

Théorie des graphes

- ① "Visualiser et résoudre des problèmes liés aux réseaux."
- ② Sujets à traiter

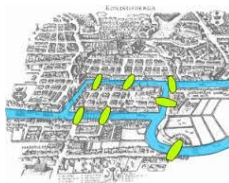
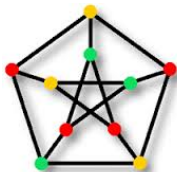
Théorie des graphes

- ① "Visualiser et résoudre des problèmes liés aux réseaux."
- ② Sujets à traiter
 - Coloration,



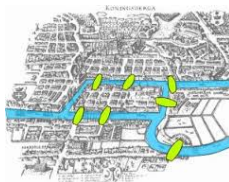
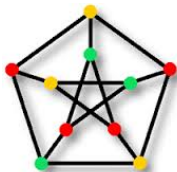
Théorie des graphes

- ① "Visualiser et résoudre des problèmes liés aux réseaux."
- ② Sujets à traiter
 - Coloration,
 - Cycles eulériens,



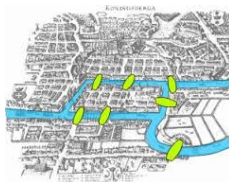
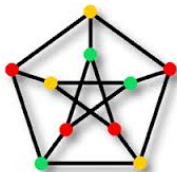
Théorie des graphes

- 1 "Visualiser et résoudre des problèmes liés aux réseaux."
- 2 Sujets à traiter
 - Coloration,
 - Cycles eulériens,
 - Connexité,



Théorie des graphes

- 1 "Visualiser et résoudre des problèmes liés aux réseaux."
- 2 Sujets à traiter
 - Coloration,
 - Cycles eulériens,
 - Connexité,
 - Couplages.



Optimisation Combinatoire

Optimisation Combinatoire

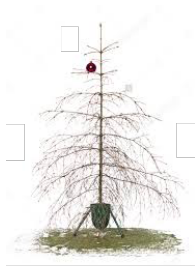
- 1 "Trouver une meilleure solution dans un très grand ensemble de possibilités."

Optimisation Combinatoire

- ① "Trouver une meilleure solution dans un très grand ensemble de possibilités."
- ② Sujets à traiter

Optimisation Combinatoire

- ❶ "Trouver une meilleure solution dans un très grand ensemble de possibilités."
- ❷ Sujets à traiter
 - Arbre couvrant de coût minimum,



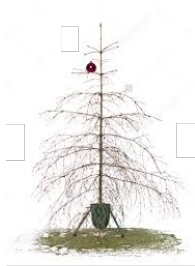
Optimisation Combinatoire

- ① "Trouver une meilleure solution dans un très grand ensemble de possibilités."
- ② Sujets à traiter
 - Arbre couvrant de coût minimum,
 - Plus courts chemins,



Optimisation Combinatoire

- ① "Trouver une meilleure solution dans un très grand ensemble de possibilités."
- ② Sujets à traiter
 - Arbre couvrant de coût minimum,
 - Plus courts chemins,
 - Application : Ordonnancement simple.



Programmation Linéaire

- 1 Outil efficace de formulation et de résolution.

Programmation Linéaire

- ① Outil efficace de formulation et de résolution.
- ② "Problème d'optimisation
 - dont l'objectif est de maximiser (ou minimiser) une fonction linéaire
 - tandis que les variables doivent satisfaire un ensemble d'inégalités linéaires."

$$(\mathcal{P}_0) \begin{cases} \min 2x_1 - x_2 + x_3 \\ x_1 + x_2 - x_3 \geq -2 \\ -x_1 + x_2 + 2x_3 \leq 1 \\ x_1 + x_3 = 1 \\ x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0 \end{cases}$$

Programmation Linéaire

- ① Outil efficace de formulation et de résolution.
- ② " Problème d'optimisation
 - dont l'objectif est de maximiser (ou minimiser) une fonction linéaire
 - tandis que les variables doivent satisfaire un ensemble d'inégalités linéaires."
- ③ Sujets à traiter

Programmation Linéaire

- ❶ Outil efficace de formulation et de résolution.
- ❷ " Problème d'optimisation
 - dont l'objectif est de maximiser (ou minimiser) une fonction linéaire
 - tandis que les variables doivent satisfaire un ensemble d'inégalités linéaires."
- ❸ Sujets à traiter
 - Modélisation,

Modélisation

Modéliser un problème en R.O consiste à identifier :

- Les variables (inconnues)
- Les contraintes
- L'objectif à atteindre (optimisation)

Dans un problème de programmation linéaire, les contraintes et l'objectif sont des fonctions linéaires des variables.

Programmation Linéaire

- ❶ Outil efficace de formulation et de résolution.
- ❷ " Problème d'optimisation
 - dont l'objectif est de maximiser (ou minimiser) une fonction linéaire
 - tandis que les variables doivent satisfaire un ensemble d'inégalités linéaires."
- ❸ Sujets à traiter
 - Modélisation,
 - Algorithme du simplexe,

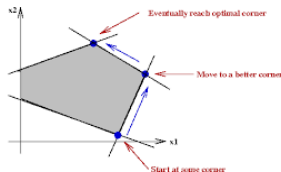
Modélisation

Modéliser un problème en R.O consiste à identifier :

- Les variables (inconnues)
- Les contraintes
- L'objectif à atteindre (optimisation)

Dans un problème de programmation linéaire, les contraintes et l'objectif sont des fonctions linéaires des variables.

The simplex method



Programmation Linéaire

- ❶ Outil efficace de formulation et de résolution.
- ❷ " Problème d'optimisation
 - dont l'objectif est de maximiser (ou minimiser) une fonction linéaire
 - tandis que les variables doivent satisfaire un ensemble d'inégalités linéaires."
- ❸ Sujets à traiter
 - Modélisation,
 - Algorithme du simplexe,
 - Dualité,

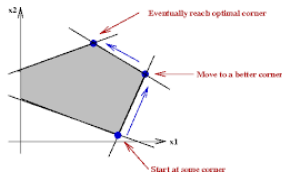
Modélisation

Modéliser un problème en R.O consiste à identifier :

- Les variables (inconnues)
- Les contraintes
- L'objectif à atteindre (optimisation)

Dans un problème de programmation linéaire, les contraintes et l'objectif sont des fonctions linéaires des variables.

The simplex method



Programmation Linéaire

- ❶ Outil efficace de formulation et de résolution.
- ❷ " Problème d'optimisation
 - dont l'objectif est de maximiser (ou minimiser) une fonction linéaire
 - tandis que les variables doivent satisfaire un ensemble d'inégalités linéaires."
- ❸ Sujets à traiter
 - Modélisation,
 - Algorithme du simplexe,
 - Dualité,
 - Application : Théorie des jeux.

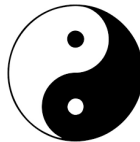
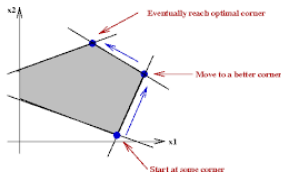
Modélisation

Modéliser un problème en R.O consiste à identifier :

- Les variables (inconnues)
- Les contraintes
- L'objectif à atteindre (optimisation)

Dans un problème de programmation linéaire, les contraintes et l'objectif sont des fonctions linéaires des variables.

The simplex method



En 1A

- ① Algorithmique et structures de données 2,
- ② Théorie des langages 2.

En 1A

- ① Algorithmique et structures de données 2,
- ② Théorie des langages 2.

En 2A

- ① pour tout le monde
 - ① Projet de spécialité, optionnel, 2S
 - ② Introduction à la Recherche en Laboratoire, optionnel, 2S
- ② pour la filière MMIS
 - ① Optimisation Combinatoire (par moi même), optionnel, 1S
 - ② Recherche Opérationnelle Avancée, optionnel, 2S.

En 1A

- ① Algorithmique et structures de données 2,
- ② Théorie des langages 2.

En 2A

- ① pour tout le monde
 - ① Projet de spécialité, optionnel, 2S
 - ② Introduction à la Recherche en Laboratoire, optionnel, 2S
- ② pour la filière MMIS
 - ① Optimisation Combinatoire (par moi même), optionnel, 1S
 - ② Recherche Opérationnelle Avancée, optionnel, 2S.

En 3A

- ① pour tout le monde : Projet de fin d'étude, obligatoire,
- ② MMIS : M2 Operations Research, Combinatorics and Optimization.

Déroulement

- CM + Perm. (Zoltán Szigeti) : G1, G2, G3, G4 + G5, G6, G7, G8,
- Permanence : 3×45 minutes, pas seulement soutien,
- TD
 - G1, G2 Kim Tang Nguyen jeudi 09h45 - 11h15 - 12h45
 - G3, G5 Zoltán Szigeti jeudi 09h45 - 11h15, vendredi 14h00 - 15h30
 - G4 Nadia Brauner jeudi 11h15 - 12h45
 - G6 Benjamin Peyrille vendredi 15h30 - 17h00
 - G7, G8 Moritz Mühlenthaler vendredi 14h00 - 15h30 - 17h00

Déroulement

- CM + Perm. (Zoltán Szigeti) : G1, G2, G3, G4 + G5, G6, G7, G8,
- Permanence : 3×45 minutes, pas seulement soutien,
- TD
 - G1, G2 Kim Tang Nguyen jeudi 09h45 - 11h15 - 12h45
 - G3, G5 Zoltán Szigeti jeudi 09h45 - 11h15, vendredi 14h00 - 15h30
 - G4 Nadia Brauner jeudi 11h15 - 12h45
 - G6 Benjamin Peyrille vendredi 15h30 - 17h00
 - G7, G8 Moritz Mühlenthaler vendredi 14h00 - 15h30 - 17h00

Transparents disponibles

- Caseine.org (responsable : nadia.brauner@grenoble-inp.fr)
 - Connexion Grenoble,
 - Cours RO (Ensimag).

- ① La théorie des graphes est différente de toutes les maths que vous avez apprises,
 - les arguments sont différents,
 - le vocabulaire est différent,
 - il faut apprendre
 - toutes les définitions,
 - tous les théorèmes.

- ① La théorie des graphes est différente de toutes les maths que vous avez apprises,
 - les arguments sont différents,
 - le vocabulaire est différent,
 - il faut apprendre
 - toutes les définitions,
 - tous les théorèmes.
- ② Il y aura une feuille d'exercices pour chaque sujet en TD
 - il faut connaître les exercices aussi.

- ❶ La théorie des graphes est différente de toutes les maths que vous avez apprises,
 - les arguments sont différents,
 - le vocabulaire est différent,
 - il faut apprendre
 - toutes les définitions,
 - tous les théorèmes.
- ❷ Il y aura une feuille d'exercices pour chaque sujet en TD
 - il faut connaître les exercices aussi.
- ❸ La note = note de l'examen (Il n'y a pas de TP).

- ❶ La théorie des graphes est différente de toutes les maths que vous avez apprises,
 - les arguments sont différents,
 - le vocabulaire est différent,
 - il faut apprendre
 - toutes les définitions,
 - tous les théorèmes.
- ❷ Il y aura une feuille d'exercices pour chaque sujet en TD
 - il faut connaître les exercices aussi.
- ❸ La note = note de l'examen (Il n'y a pas de TP).
- ❹ On est là pour apprendre et pas seulement pour avoir le diplôme de l'Ensimag.

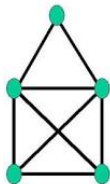
- ❶ La théorie des graphes est différente de toutes les maths que vous avez apprises,
 - les arguments sont différents,
 - le vocabulaire est différent,
 - il faut apprendre
 - toutes les définitions,
 - tous les théorèmes.
- ❷ Il y aura une feuille d'exercices pour chaque sujet en TD
 - il faut connaître les exercices aussi.
- ❸ La note = note de l'examen (Il n'y a pas de TP).
- ❹ On est là pour apprendre et pas seulement pour avoir le diplôme de l'Ensimag. Tchekhov a dit
 - "Les hommes intelligents aiment apprendre.

- ❶ La théorie des graphes est différente de toutes les maths que vous avez apprises,
 - les arguments sont différents,
 - le vocabulaire est différent,
 - il faut apprendre
 - toutes les définitions,
 - tous les théorèmes.
- ❷ Il y aura une feuille d'exercices pour chaque sujet en TD
 - il faut connaître les exercices aussi.
- ❸ La note = note de l'examen (Il n'y a pas de TP).
- ❹ On est là pour apprendre et pas seulement pour avoir le diplôme de l'Ensimag. Tchekhov a dit
 - "Les hommes intelligents aiment apprendre.
 - Les imbéciles aiment enseigner."

Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

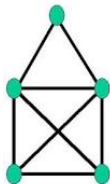
- 1 dessiner la maison



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

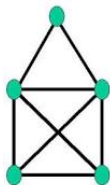
- 1 dessiner la maison (graphes eulériens),



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

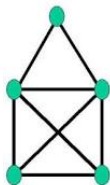
- 1 dessiner la maison (graphes eulériens),
- 2 même nombre de connaissances



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

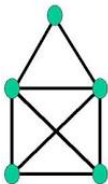
- 1 dessiner la maison (graphes eulériens),
- 2 même nombre de connaissances (degré),



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

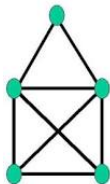
- ❶ dessiner la maison (graphes eulériens),
- ❷ même nombre de connaissances (degré),
- ❸ Bruce Willis dans "Une journée en enfer"
 - récipients : 8ℓ plein, 5ℓ vide, 3ℓ vide, pas gradués,
 - transvasements : vider ou remplir complètement,
 - arriver à 4,4,0.



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

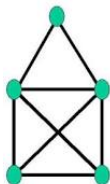
- ❶ dessiner la maison (graphes eulériens),
- ❷ même nombre de connaissances (degré),
- ❸ Bruce Willis dans "Une journée en enfer"
 - récipients : 8ℓ plein, 5ℓ vide, 3ℓ vide, pas gradués,
 - transvasements : vider ou remplir complètement,
 - arriver à 4,4,0.
 - (plus court chemin),



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

- ❶ dessiner la maison (graphes eulériens),
- ❷ même nombre de connaissances (degré),
- ❸ Bruce Willis dans "Une journée en enfer"
 - récipients : 8ℓ plein, 5ℓ vide, 3ℓ vide, pas gradués,
 - transvasements : vider ou remplir complètement,
 - arriver à 4,4,0.
 - (plus court chemin),
- ❹ Danse en soirée



Quelques jeux qu'on va résoudre

Jeux

- ❶ dessiner la maison (graphes eulériens),
- ❷ même nombre de connaissances (degré),
- ❸ Bruce Willis dans "Une journée en enfer"
 - récipients : 8ℓ plein, 5ℓ vide, 3ℓ vide, pas gradués,
 - transvasements : vider ou remplir complètement,
 - arriver à 4,4,0.
 - (plus court chemin),
- ❹ Danse en soirée (couplage).

