

Graphes et transport !

AZIZ EL KACIMI

Cité des Géométries - Gare Numérique du Val de Sambre

Atelier au Collège Villars à Denain

Semaine des Mathématiques 2015

LES MATHÉMATIQUES NOUS TRANSPORTENT

Le 19 mars 2015

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Des camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produits en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

C'est un problème typique de transport. On peut le résoudre facilement à l'aide d'une adaptation de la méthode **PERT** (Program Evaluation and Review Technique) en théorie des graphes. Celle-ci a été introduite aux États-Unis il y a une soixantaine d'années et a permis de réduire substantiellement la durée de réalisation de certains grands projets. Le but de l'atelier est d'expliquer à des élèves de 6ème, par un calcul élémentaire et à l'aide de dessins, cette méthode sur deux exemples simples dont celui, bien entendu, de Ch'ti-Mercada !



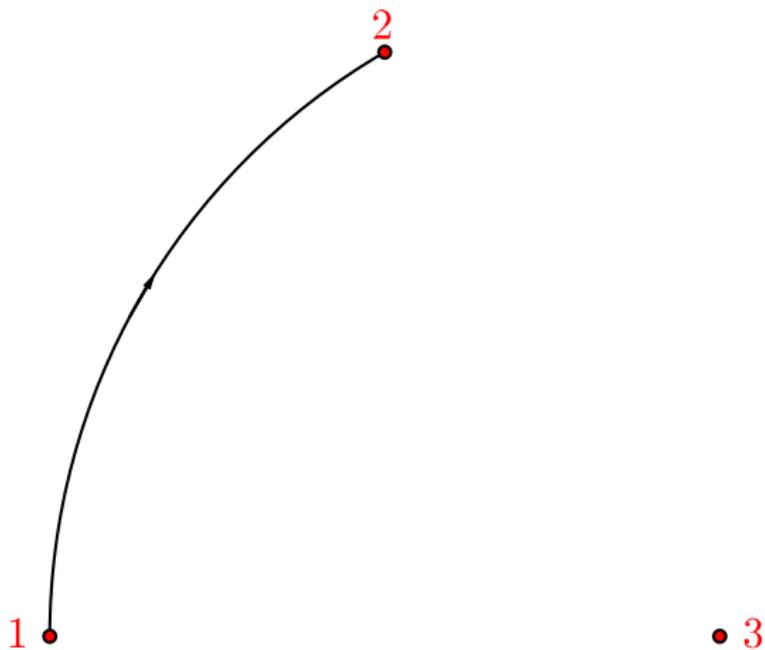


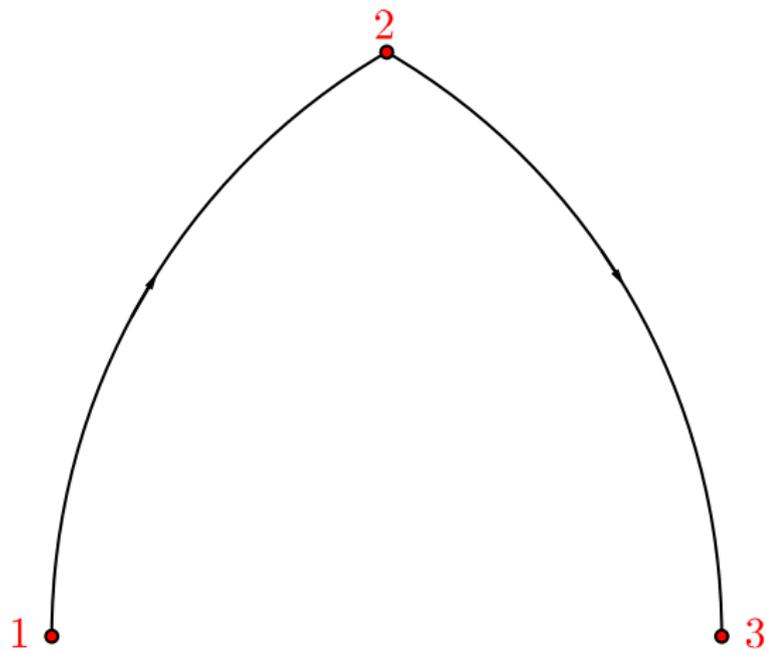
1. Généralités

2

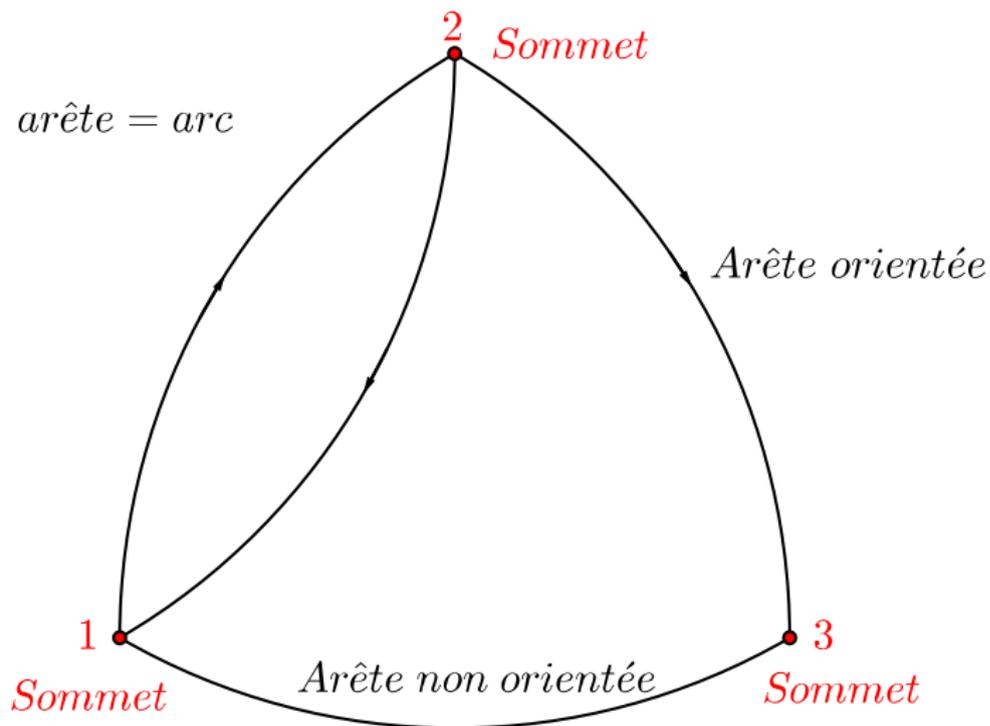
1

3

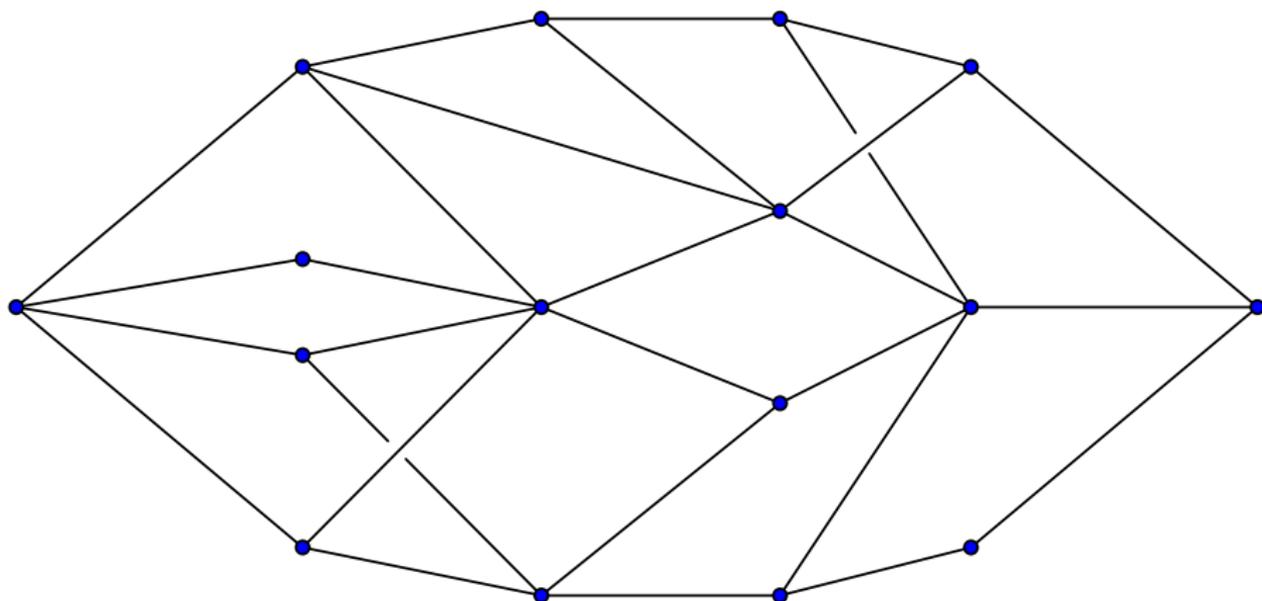




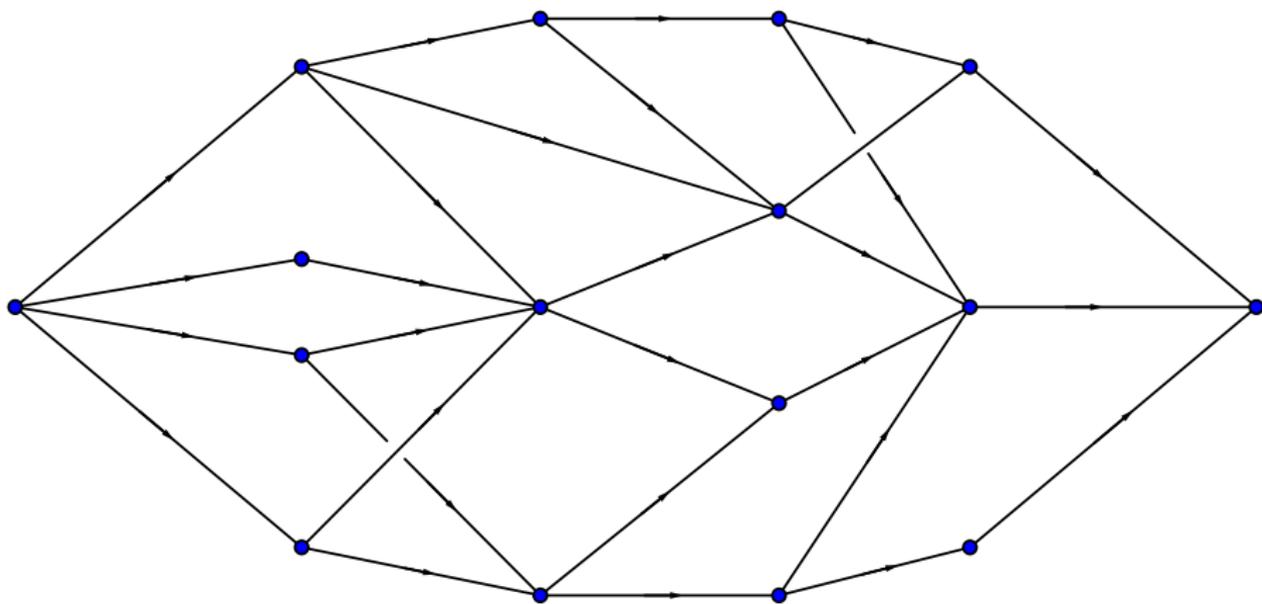
Graphe



Graphe non orienté



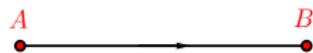
Graphe orienté



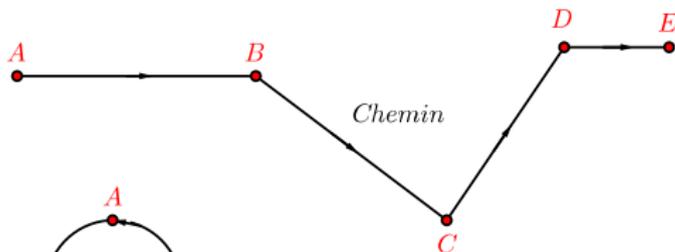
Quelques définitions



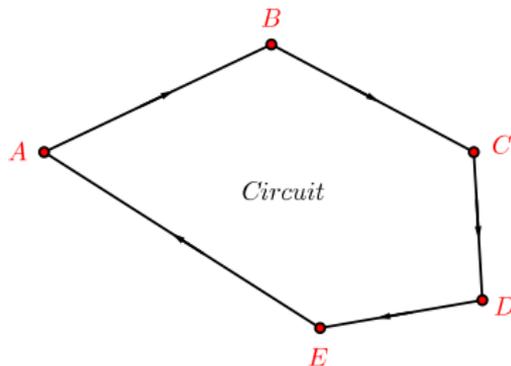
Arête d'extrémités A et B



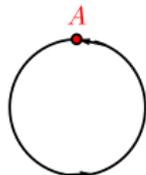
Arête orientée d'origine A
et d'extrémité B



Chemin



Circuit



Boucle

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche *B* ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche *A* soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche **B** ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche **A** soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche **B** ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche **A** soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

2. Utilisation d'un graphe

Les graphes sont utilisés dans la planification de certains projets (de différentes natures). Par exemple :

- 1 Construction d'un bâtiment.
- 2 Lancement d'un satellite.
- 3 Transport de marchandises entre villes.
- 4 Et bien d'autres...

Un projet se décompose en général en des tâches indivisibles liées par des contraintes, dues essentiellement au temps d'exécution : la tâche **B** ne peut commencer par exemple qu'après que la tâche **A** soit finie...

Le chef de projet doit donc coordonner toutes les tâches et les organiser de façon à ce que la durée de réalisation soit minimale.

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquent la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Réparation de la crevaison d'une roue

Il est très simple et assez significatif. Nous allons commencer par le traiter en premier. On décompose la réparation de la crevaison en les tâches suivantes.

- 1 Tâche *A* : Débloquer la roue crevée (2 minutes).
- 2 Tâche *B* : Sortir la roue de secours (1 minute).
- 3 Tâche *C* : Monter le cric (2 minutes).
- 4 Tâche *D* : Déposer la roue de secours (3 minutes).
- 5 Tâche *E* : Descendre le cric (1 minute).
- 6 Tâche *F* : Ranger la roue crevée (1 minutes).
- 7 Tâche *G* : Monter la roue de secours (3 minutes).
- 8 Tâche *H* : Bloquer la roue de secours (2 minutes).

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche B puisse être exécutée en même temps que la tâche A ou la tâche C .

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche *B* puisse être exécutée en même temps que la tâche *A* ou la tâche *C*.

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche *B* puisse être exécutée en même temps que la tâche *A* ou la tâche *C*.

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche *B* puisse être exécutée en même temps que la tâche *A* ou la tâche *C*.

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche *B* puisse être exécutée en même temps que la tâche *A* ou la tâche *C*.

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche *B* puisse être exécutée en même temps que la tâche *A* ou la tâche *C*.

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche *B* puisse être exécutée en même temps que la tâche *A* ou la tâche *C*.

Ces tâches sont liées par des contraintes :

- 1 Débloquer la roue crevée avant de monter le cric.
- 2 Monter le cric avant de déposer la roue crevée.
- 3 Monter la roue de secours avant de descendre le cric.
- 4 Déposer la roue crevée et sortir la roue de secours avant de monter celle-ci.
- 5 Déposer la roue crevée avant de la ranger.
- 6 Descendre le cric avant de bloquer la roue de secours.

On suppose que deux personnes opèrent pour que la tâche **B** puisse être exécutée en même temps que la tâche **A** ou la tâche **C**.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**.

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**.

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**.

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**.

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**.

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

Comment représenter ce travail de réparation ?

On le fera à l'aide d'un graphe :

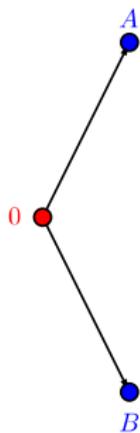
- Les différentes tâches en seront les sommets.
- Lorsque deux tâches sont liées par une contrainte, une arête orientée les joindra.
- Chaque arête aura une valeur qui exprime la durée de la tâche.
- Lorsque au moins deux tâches commencent en même temps, on rajoute une tâche **Début** et, éventuellement une tâche **Fin**. On les notera respectivement **0** et **1**

Tout cela sera bien expliqué dans ce qui suit.

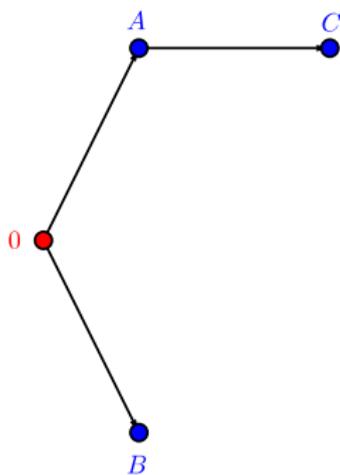
Graphe associé

0 ●
Début

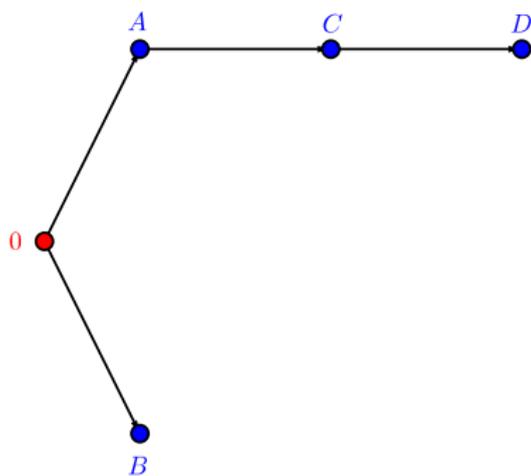
Graphe associé



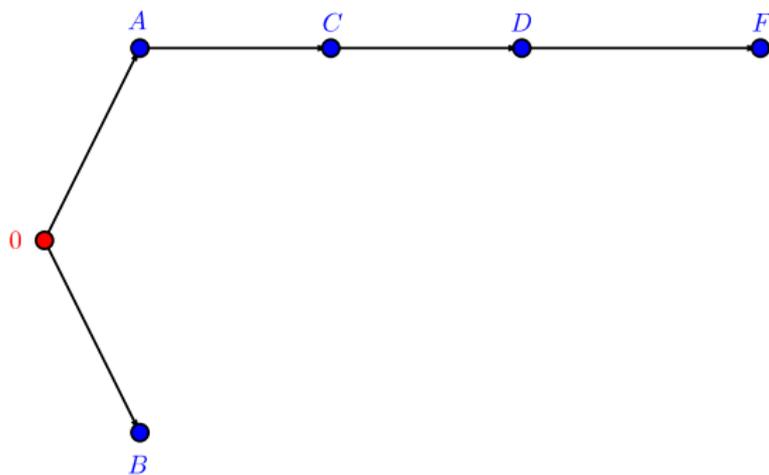
Graphe associé



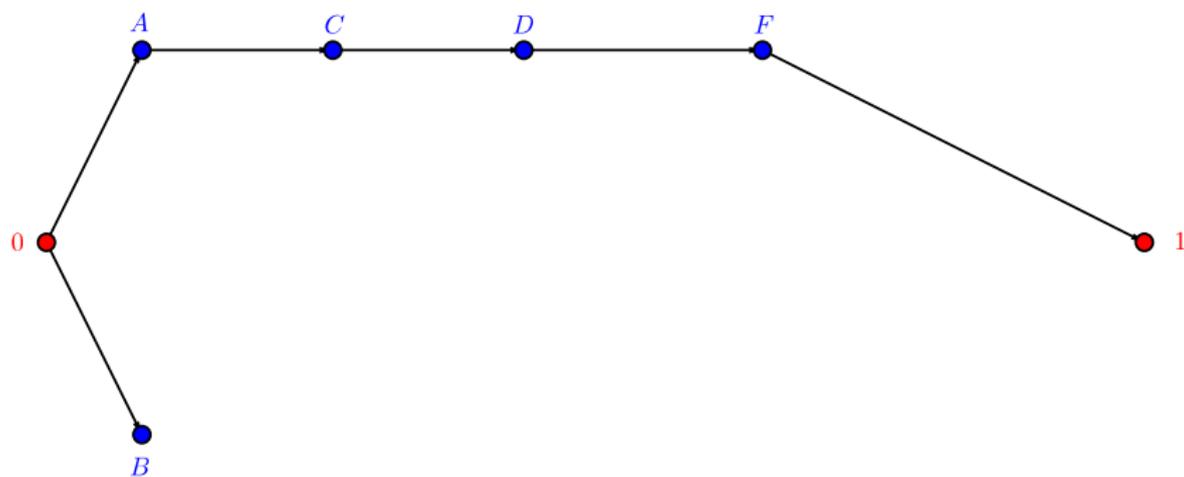
Graphe associé



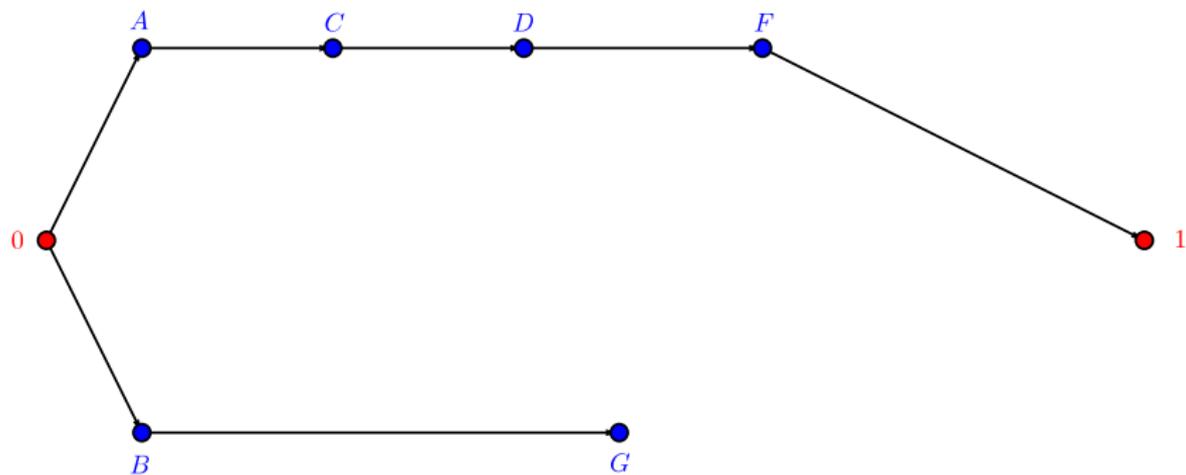
Graphe associé



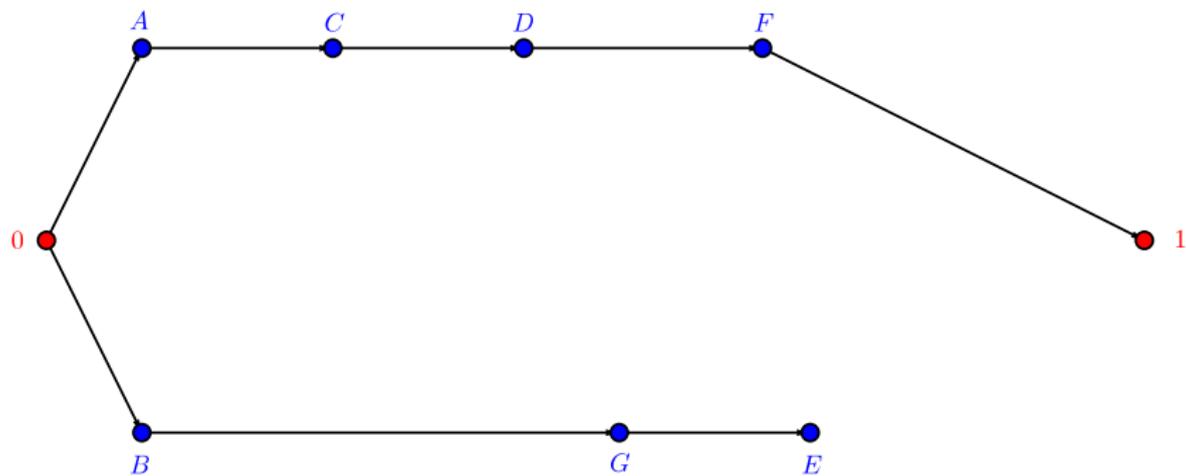
Graphe associé



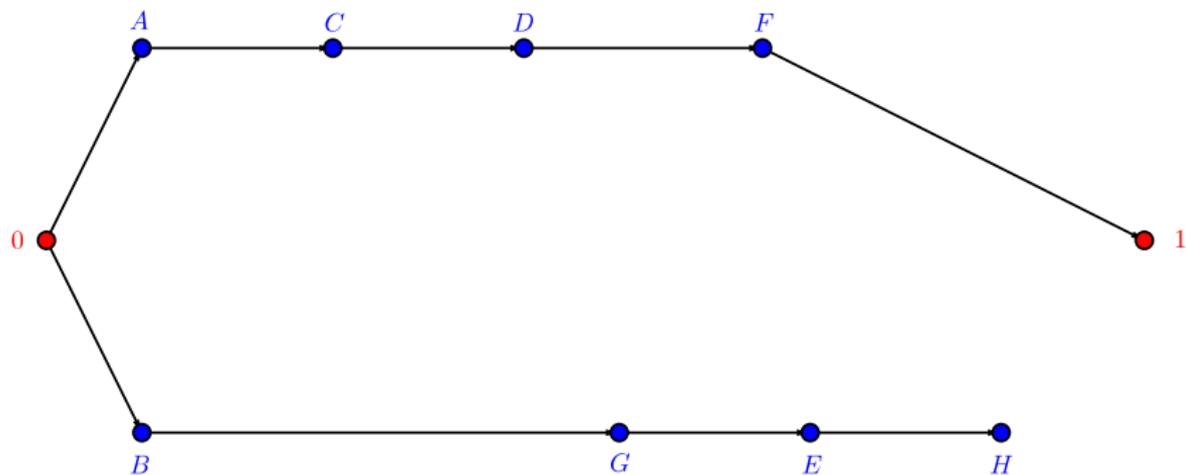
Graphe associé



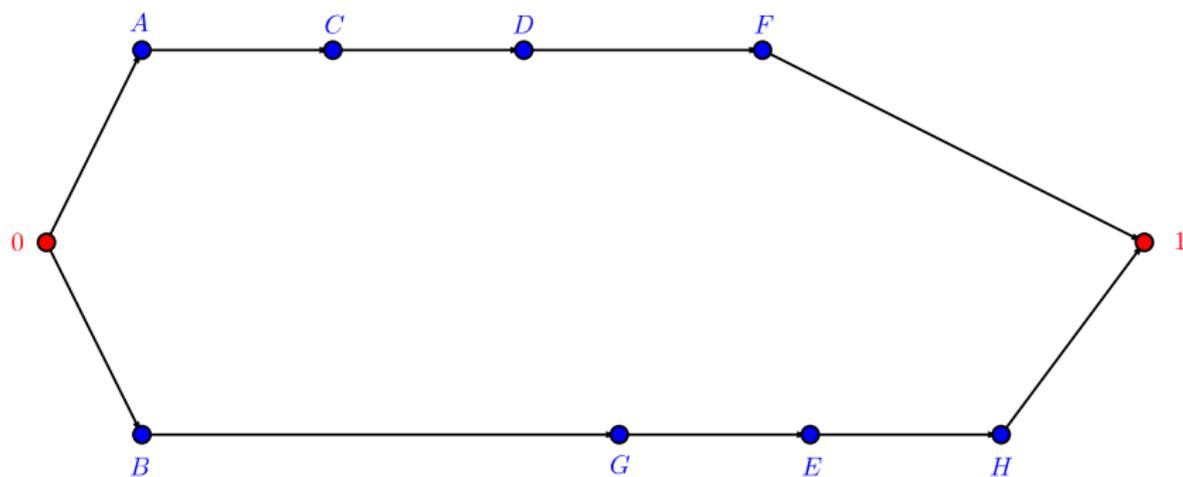
Graphe associé



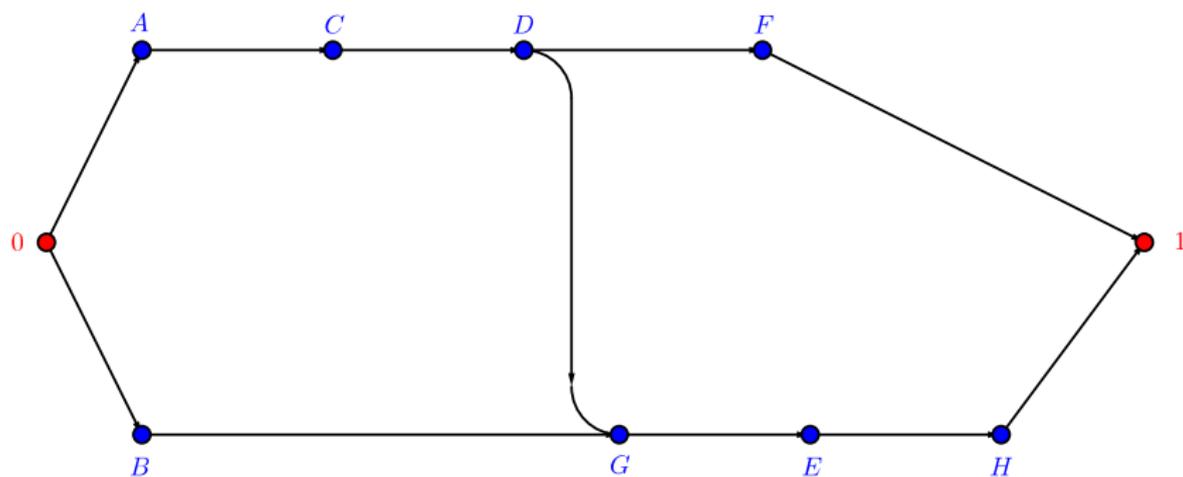
Graphe associé



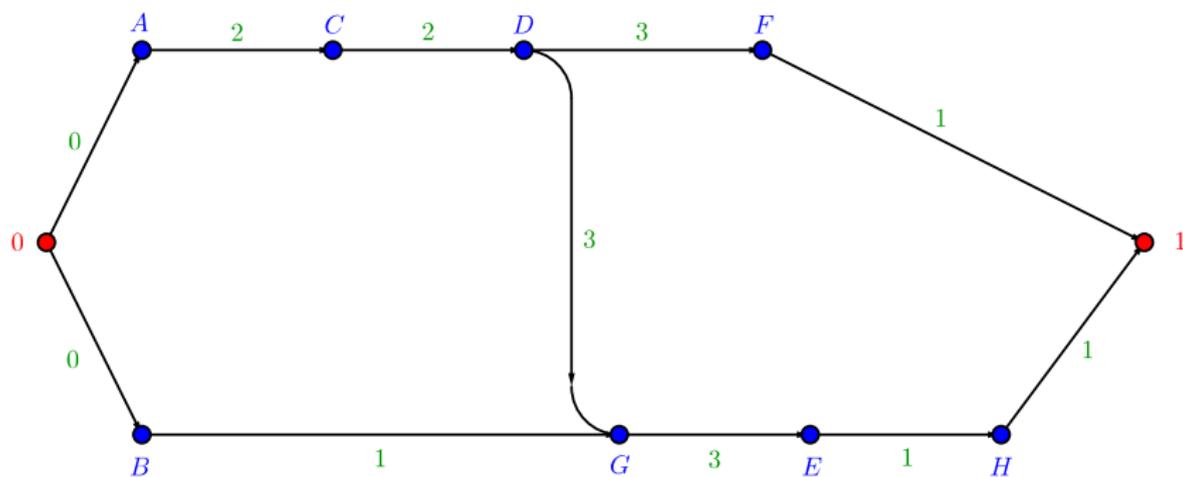
Graphe associé



Graphe associé



Graphe associé



Quelques questions

- 1 Combien y a-t-il de sommets ? Combien y a-t-il d'arcs ?
- 2 Ces arcs sont-ils orientés ? Si oui, pourquoi doivent-ils l'être ?
- 3 Donner les chemins qui mènent de la tâche 0 à la tâche 1 ?
- 4 Quelle est la durée de chacun de ces chemins ?
- 5 Quelle est la durée minimale que prend la réparation de la crevaision ?

Quelques questions

- 1 Combien y a-t-il de sommets ? Combien y a-t-il d'arcs ?
- 2 Ces arcs sont-ils orientés ? Si oui, pourquoi doivent-ils l'être ?
- 3 Donner les chemins qui mènent de la tâche 0 à la tâche 1 ?
- 4 Quelle est la durée de chacun de ces chemins ?
- 5 Quelle est la durée minimale que prend la réparation de la crevaision ?

Quelques questions

- 1 Combien y a-t-il de sommets ? Combien y a-t-il d'arcs ?
- 2 Ces arcs sont-ils orientés ? Si oui, pourquoi doivent-ils l'être ?
- 3 Donner les chemins qui mènent de la tâche 0 à la tâche 1 ?
- 4 Quelle est la durée de chacun de ces chemins ?
- 5 Quelle est la durée minimale que prend la réparation de la crevaision ?

Quelques questions

- 1 Combien y a-t-il de sommets ? Combien y a-t-il d'arcs ?
- 2 Ces arcs sont-ils orientés ? Si oui, pourquoi doivent-ils l'être ?
- 3 Donner les chemins qui mènent de la tâche 0 à la tâche 1 ?
- 4 Quelle est la durée de chacun de ces chemins ?
- 5 Quelle est la durée minimale que prend la réparation de la crevaision ?

Quelques questions

- 1 Combien y a-t-il de sommets ? Combien y a-t-il d'arcs ?
- 2 Ces arcs sont-ils orientés ? Si oui, pourquoi doivent-ils l'être ?
- 3 Donner les chemins qui mènent de la tâche 0 à la tâche 1 ?
- 4 Quelle est la durée de chacun de ces chemins ?
- 5 Quelle est la durée minimale que prend la réparation de la crevaision ?

Quelques questions

- 1 Combien y a-t-il de sommets ? Combien y a-t-il d'arcs ?
- 2 Ces arcs sont-ils orientés ? Si oui, pourquoi doivent-ils l'être ?
- 3 Donner les chemins qui mènent de la tâche 0 à la tâche 1 ?
- 4 Quelle est la durée de chacun de ces chemins ?
- 5 Quelle est la durée minimale que prend la réparation de la crevaision ?

3. Un problème de transport

Approvisionnement de Ch'ti Mercada

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Quatre camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produit en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

Nous allons résoudre ce problème en utilisant un graphe comme pour ce que nous avons fait pour la réparation d'une crevaison. À cet effet on notera X , Y , Z et U les camions (ou les quatre types de marchandises).

3. Un problème de transport

Approvisionnement de Ch'ti Mercada

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Quatre camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produit en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

Nous allons résoudre ce problème en utilisant un graphe comme pour ce que nous avons fait pour la réparation d'une crevaion. À cet effet on notera X , Y , Z et U les camions (ou les quatre types de marchandises).

3. Un problème de transport

Approvisionnement de Ch'ti Mercada

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Quatre camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produit en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

Nous allons résoudre ce problème en utilisant un graphe comme pour ce que nous avons fait pour la réparation d'une crevaion. À cet effet on notera X , Y , Z et U les camions (ou les quatre types de marchandises).

3. Un problème de transport

Approvisionnement de Ch'ti Mercada

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Quatre camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produit en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

Nous allons résoudre ce problème en utilisant un graphe comme pour ce que nous avons fait pour la réparation d'une crevaison. À cet effet on notera X , Y , Z et U les camions (ou les quatre types de marchandises).

3. Un problème de transport

Approvisionnement de Ch'ti Mercada

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Quatre camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produit en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

Nous allons résoudre ce problème en utilisant un graphe comme pour ce que nous avons fait pour la réparation d'une crevaison. À cet effet on notera X , Y , Z et U les camions (ou les quatre types de marchandises).

3. Un problème de transport

Approvisionnement de Ch'ti Mercada

De l'entrepôt Midi-Gopal à Marseille sont acheminées des marchandises à divers supermarchés en France. Quatre camions l'ont quitté à la même heure transportant chacun un type de produit en direction de Lille pour approvisionner Ch'ti-Mercada. Certains d'entre eux ont à livrer des magasins dans des villes intermédiaires.

Quel est le temps d'attente minimal de Ch'ti-Mercada entre le moment de départ et celui de la livraison complète des produits ?

Nous allons résoudre ce problème en utilisant un graphe comme pour ce que nous avons fait pour la réparation d'une crevaion. À cet effet on notera X , Y , Z et U les camions (ou les quatre types de marchandises).

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Les quatre camions X , Y , Z et U quittent Marseille le lundi à 4 h du matin. Leur point d'arrivée est la ville de Lille. Mais ils doivent livrer les produits qu'ils transportent dans certaines villes intermédiaires. On suppose que la livraison, le temps de pause est de 2 heures à chaque escale.

- 1 Le camion X part de Marseille et fait escale à Toulouse = T , Bordeaux = B , Rennes = R et Caen = C .
- 2 Le camion Y part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Orléans = O , Rennes = R et Amiens = A .
- 3 Le camion Z part de Marseille et fait escale à Lyon = L , Grenoble = G et Amiens = A .
- 4 Le camion U part de Marseille et fait escale à Nice = N , Grenoble = B et Strasbourg = S .

Graphe associé

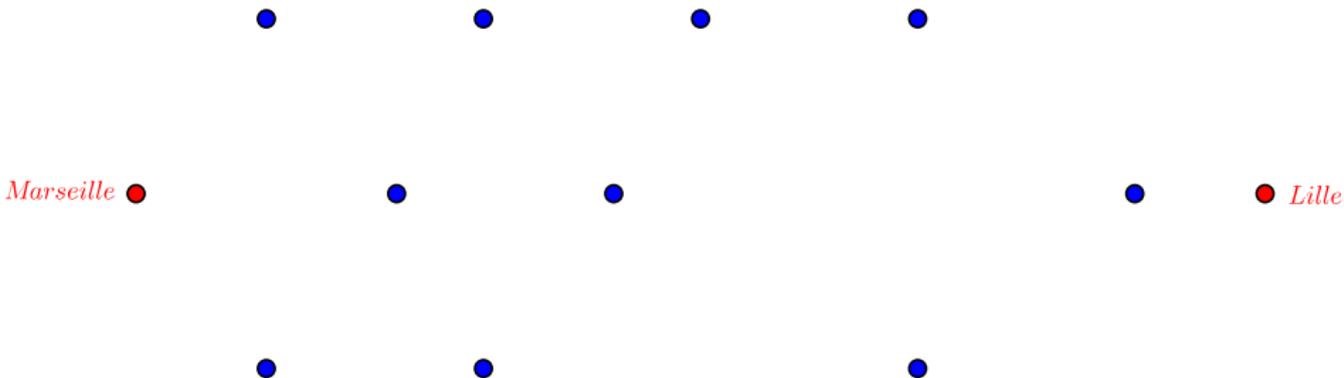


Marseille ●

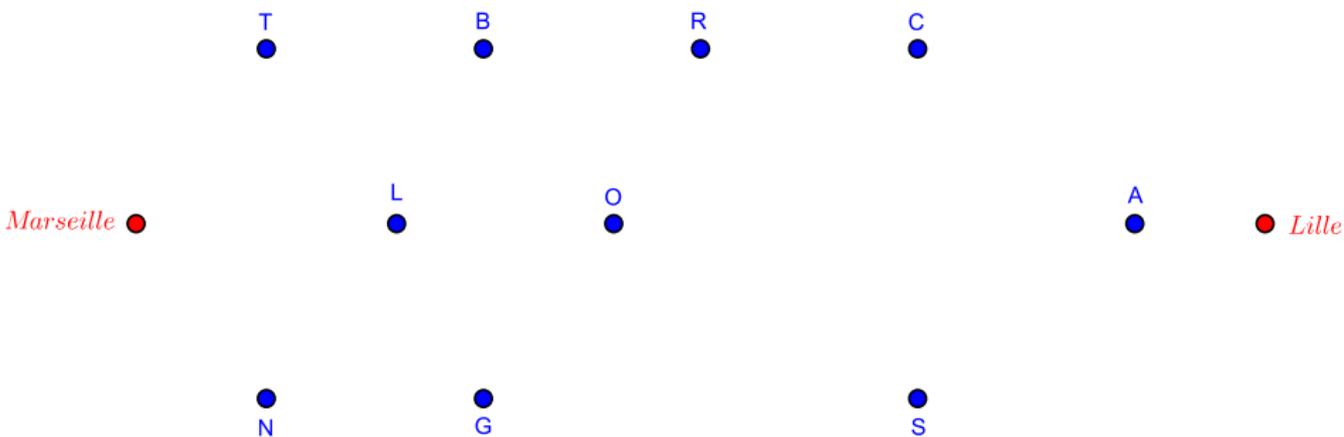


● *Lille*

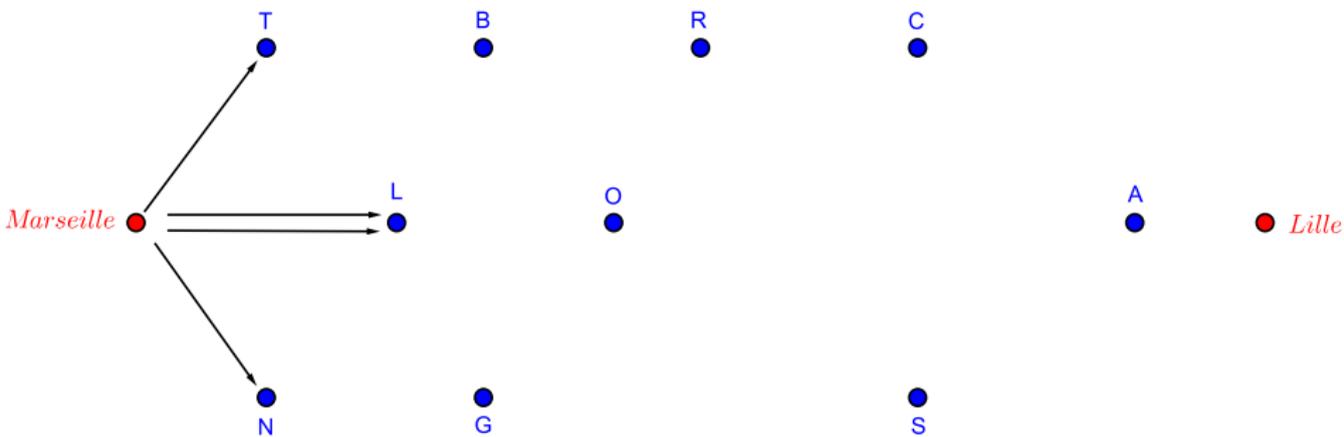
Graphe associé



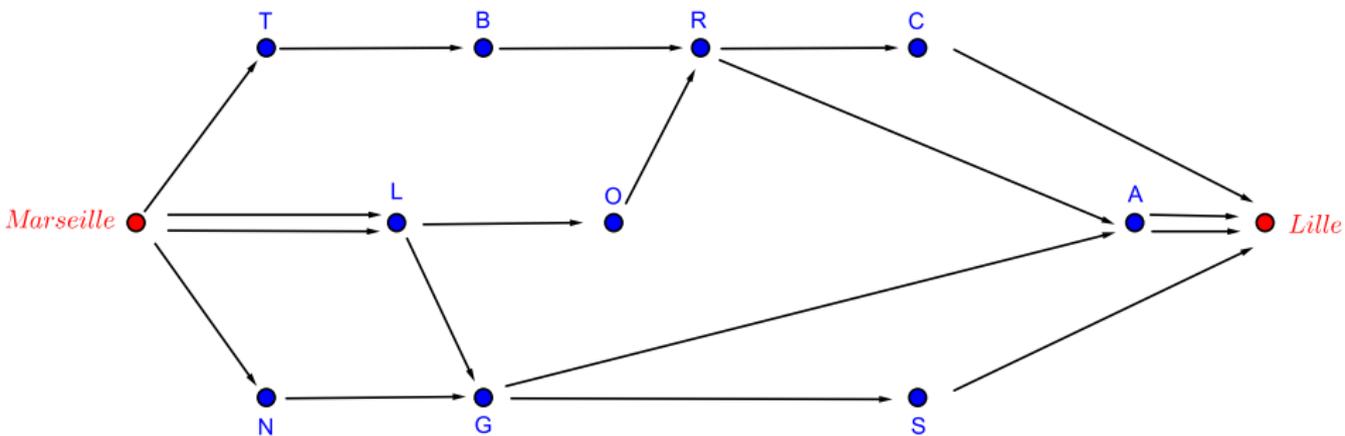
Graphe associé



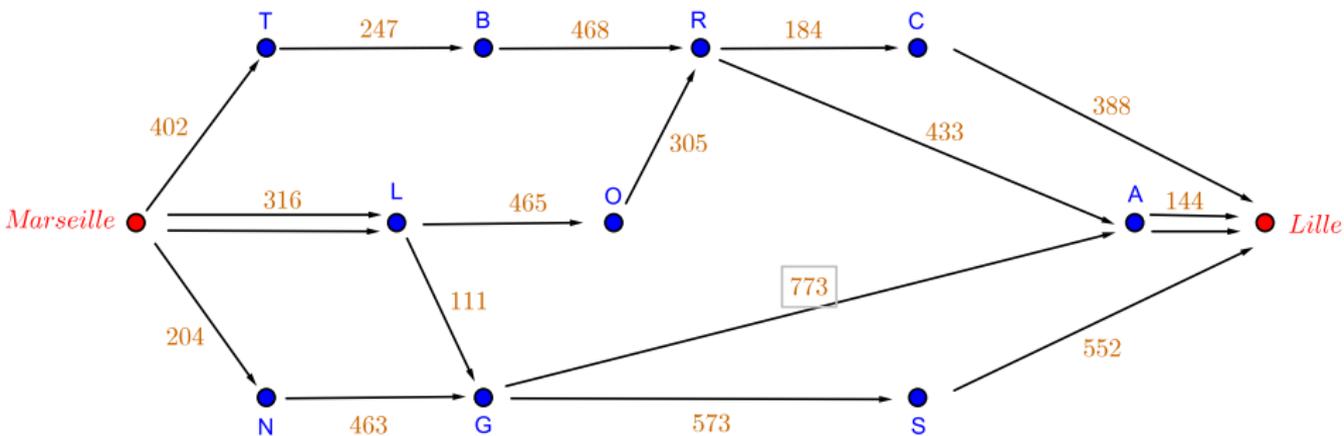
Graphe associé



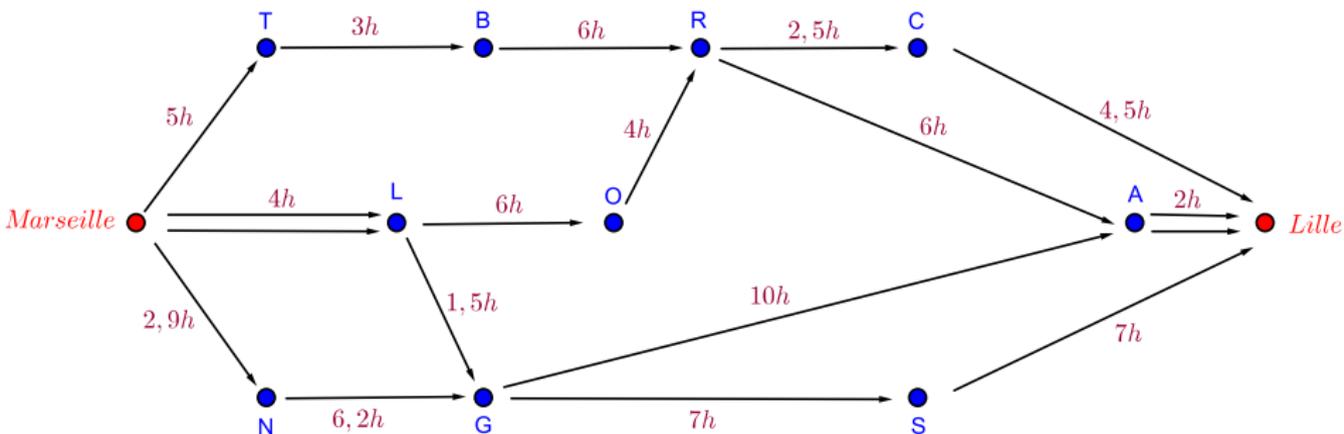
Graphe associé



Graphe associé



Graphe associé



Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

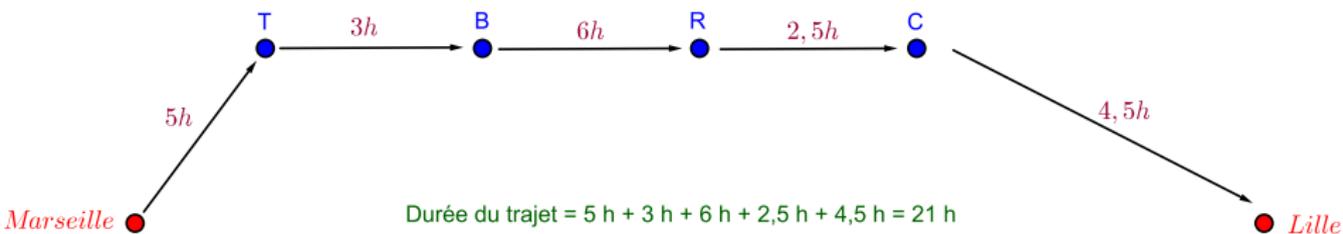
C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Durée minimale de la livraison

- Il y a quatre camions qui ramènent des marchandises de Marseille à Lille.
- Chacun des camions emprunte un chemin transitant par certaines villes.
- Le magasin **Ch'ti-Mercada** sera complètement livré à l'arrivée du dernier camion.
- Il faut donc calculer la durée du trajet de chacun des camions.
- La **durée minimale** de la livraison sera le maximum des durées des quatre trajets.

C'est ce qu'on se propose de calculer dans ce qui suit !

Premier chemin

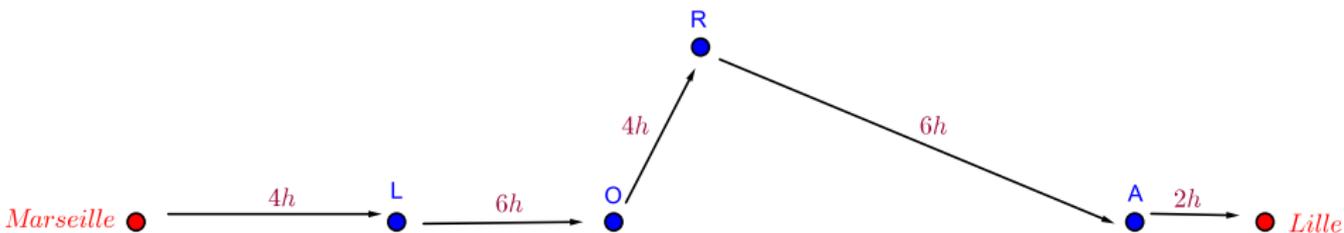


Durée du trajet = 5 h + 3 h + 6 h + 2,5 h + 4,5 h = 21 h

Il faut rajouter 4 pauses de 2 h chacune.

La durée totale du trajet est donc : 21 h + 8 h = 29 h

Deuxième chemin



Durée du trajet = 4 h + 6 h + 4 h + 6 h + 2 h = 22 h.

Il faut rajouter 4 pauses de 2 h chacune.

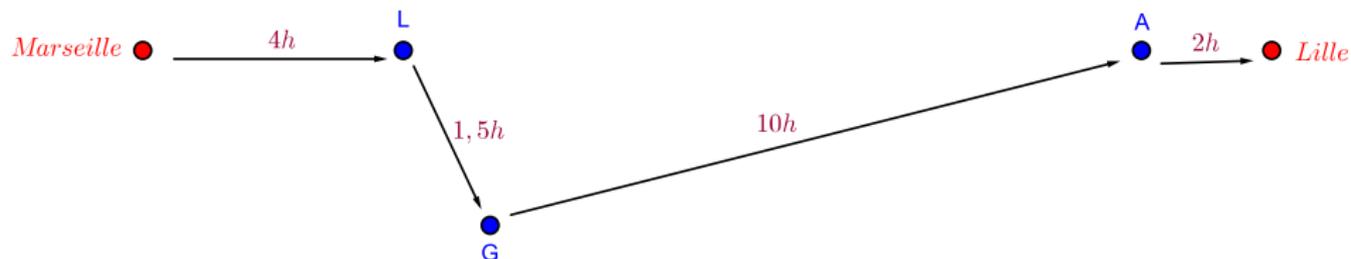
La durée totale du trajet est donc : 22 h + 8 h = 30 h.

Troisième chemin

Durée du trajet = $4 \text{ h} + 1,5 \text{ h} + 10 \text{ h} + 2 \text{ h} = 17,5 \text{ h}$.

Il faut rajouter 3 pauses de 2 h chacune.

La durée totale du trajet est donc : $17,5 \text{ h} + 6 \text{ h} = 23,5 \text{ h}$.

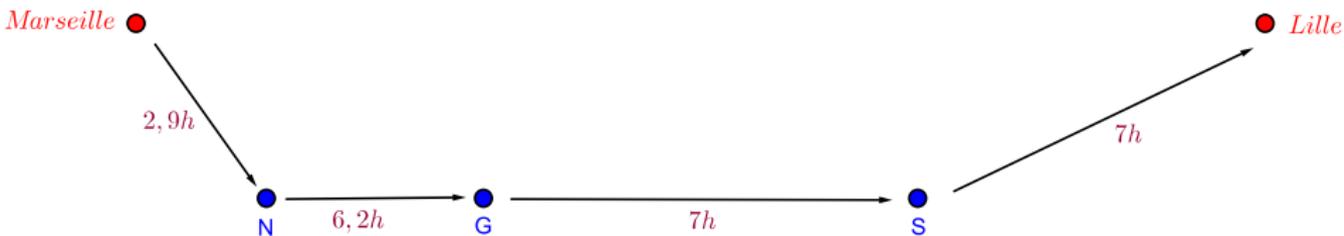


Quatrième chemin

Durée du trajet = $2,9 \text{ h} + 6,2 \text{ h} + 7 \text{ h} + 7 \text{ h} = 23,1 \text{ h}$.

Il faut rajouter 3 pauses de 2 h chacune.

La durée totale du trajet est donc : $23,1 \text{ h} + 6 \text{ h} = 29,1 \text{ h}$.



SOLUTION

- 1 Le premier camion met 29 heures.
- 2 Le deuxième camion met 30 heures.
- 3 Le troisième camion met 23,5 heures.
- 4 Le quatrième camion met 29,1 heures.

La durée minimale de la livraison est donc de 30 heures !

SOLUTION

- 1 Le premier camion met **29 heures**.
- 2 Le deuxième camion met **30 heures**.
- 3 Le troisième camion met **23,5 heures**.
- 4 Le quatrième camion met **29,1 heures**.

La durée minimale de la livraison est donc de 30 heures !

SOLUTION

- ① Le premier camion met **29 heures**.
- ② Le deuxième camion met **30 heures**.
- ③ Le troisième camion met **23,5 heures**.
- ④ Le quatrième camion met **29,1 heures**.

La durée minimale de la livraison est donc de 30 heures !

SOLUTION

- ① Le premier camion met **29 heures**.
- ② Le deuxième camion met **30 heures**.
- ③ Le troisième camion met **23,5 heures**.
- ④ Le quatrième camion met **29,1 heures**.

La durée minimale de la livraison est donc de 30 heures !

SOLUTION

- ① Le premier camion met **29 heures**.
- ② Le deuxième camion met **30 heures**.
- ③ Le troisième camion met **23,5 heures**.
- ④ Le quatrième camion met **29,1 heures**.

La durée minimale de la livraison est donc de 30 heures !

SOLUTION

- ① Le premier camion met 29 heures.
- ② Le deuxième camion met 30 heures.
- ③ Le troisième camion met 23,5 heures.
- ④ Le quatrième camion met 29,1 heures.

La durée minimale de la livraison est donc de 30 heures !