

**Cours de Recherche Opérationnelle**

**Année 2002 - 2003**

**EXAMEN BLANC 02**

**1<sup>ère</sup> session normale de Juin 1997**

Durée : 2 heures

Documents de cours autorisés

Barème :

- Question de cours 4 points
- Cas n°1 8 points
- Cas n°2 8 points

<b>I. Questions de cours</b> _____	<b>2</b>
<b>II. Cas n°1</b> _____	<b>3</b>
<b>1<sup>ère</sup> solution (de base)</b> _____	<b>4</b>
<b>Algorithme</b> _____	<b>4</b>
<b>Débit de chaque ville</b> _____	<b>5</b>
<b>Réalisation d'une déviation</b> _____	<b>6</b>
<b>III. Cas n°2</b> _____	<b>7</b>
<b>Tableau des tâches, durées, chemin critique, marge...</b> _____	<b>7</b>
<b>Diagramme de GANTT</b> _____	<b>7</b>

## I. Questions de cours

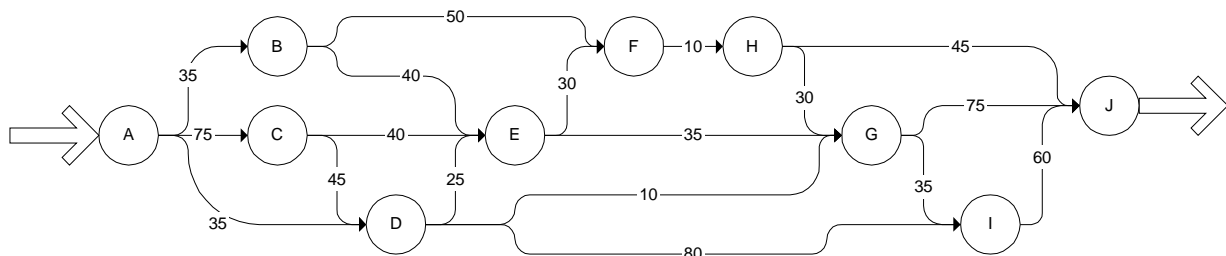
1. Qu'est-ce qu'un chemin critique
2. Qu'est-ce qu'un problème d'affectation

## II. Cas n°1

Pour évaluer la capacité d'un réseau routier reliant la ville A et la ville J, des mesures ont été effectuées sur chaque axe routier possible entre A et J.

Ces axes de circulation peuvent traverser les villes B, C, D, E, F, G, H et I.

Le schéma ci-dessous illustre la situation, les mesures indiquent le nombre maximal de véhicules que chaque route peut accepter compte tenu de ses caractéristiques propres.



Les mesures sont exprimés en centaines de véhicules par heures.

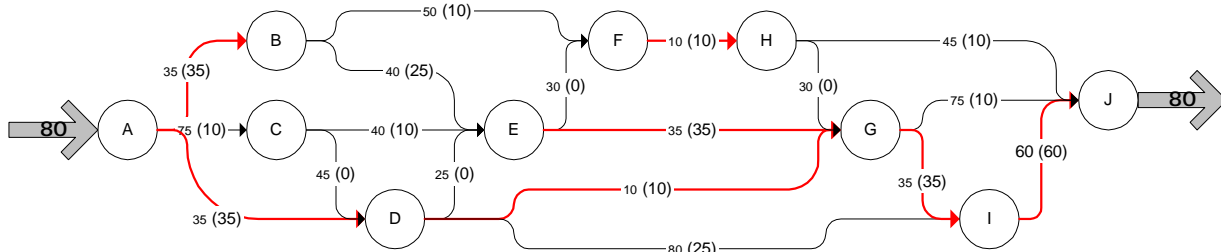
1. Quel est le débit maximal qui peut s'écouler entre les villes A et J ?
2. Dans la question précédente, il n'a pas été tenu compte jusqu'ici des capacités de transit des villes intermédiaires, ce qui risque de fausser l'estimation du flot de véhicules. Aussi, pour tenir compte de ce fait, des mesures complémentaires ont été réalisées afin de connaître les débits automobiles à l'intérieur de chaque ville :

Ville	B	C	D	E	F	G	H	I
Débit (nombre de voiture par heure)	1 000	5 000	3 500	6 000	4 500	2 500	2 000	500

Compte tenu de ces paramètres, déterminer le débit maximal du réseau routier.

3. Les finances régionales ne permettent que la réalisation d'une seule déviation autour d'une de ces villes. Laquelle pouvez-vous préconiser de façon à augmenter de manière maximale le flot de véhicules ?

**1<sup>ère</sup> solution (de base)**



8 000 voitures / heure.

Vérification : pour chaque point de passage, on a bien  $\Sigma$  (entrées) =  $\Sigma$  (sorties)

Un chemin est saturé, lorsque le flux est maximal.

Remarque : tous les circuits sont saturés.

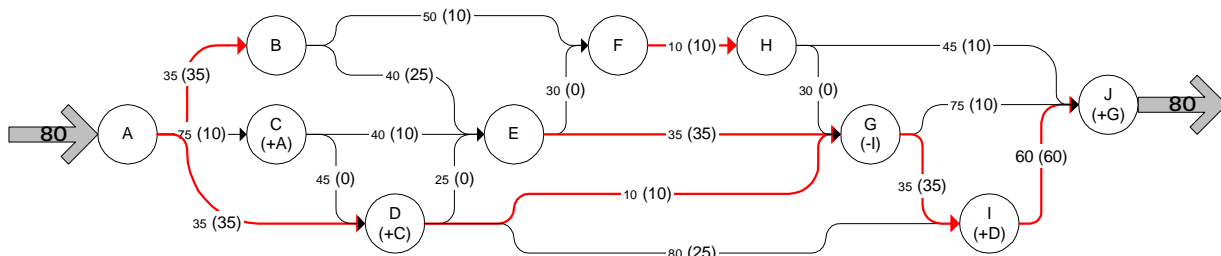
On peut dans ce cas, appliquer l'algorithme, afin de trouver une solution optimisée.

**Algorithme**

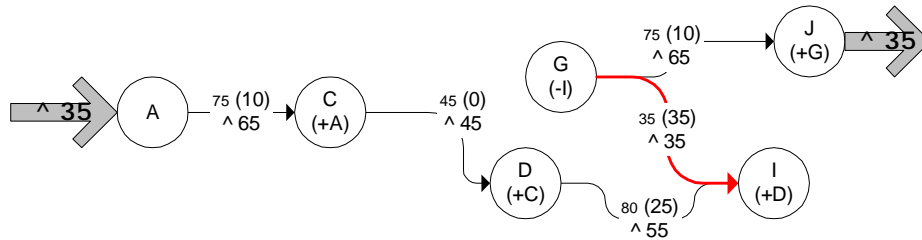
Le but de l'algorithme, est de trouver un chemin non saturé pouvant accepter une charge supplémentaire, et à contrario compenser par un chemin saturé ou non, que l'on peut décharger.

Pour notre exercice, cela donne :

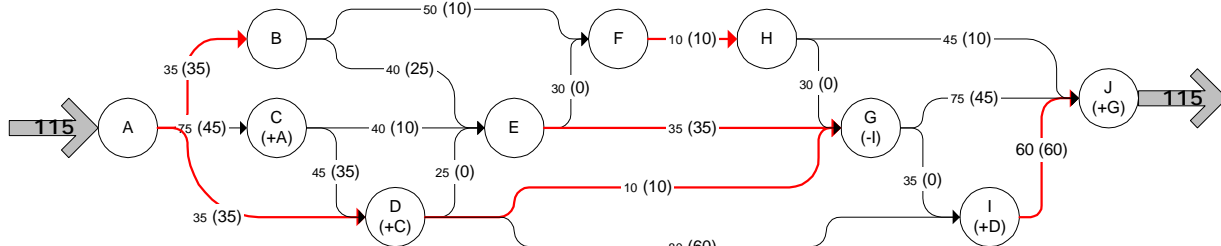
- A partir de A :
  - On ne peut rien rajouter à A - B et A - D, car ils sont déjà saturés.
  - On peut rajouter une charge supplémentaire entre **A et C**.
- A partir de C (+A) :
  - On peut rajouter à E.
  - On peut rajouter à D.
- A partir de E :
  - On ne peut pas retirer ou ajouter à E - G et E - D, car ils sont saturés.
  - On peut retirer à E - B et B - A, mais on boucle sur C.
  - On peut rajouter à E - F, mais F - H est saturé, et avec F - B on boucle sur C.
- A partir de D (+C) :
  - On ne peut pas retirer à D - A, car on boucle sur C.
  - On peut rajouter une charge entre **D et I**.
- A partir de I (+D) :
  - On peut retirer une charge entre **I et G**.
- A partir de G (-I) :
  - On peut rajouter une charge entre **G et J**.
- A partir de J (+G) :
  -



Cela donne un circuit que l'on peut optimiser facilement en calculant les deltas sur chaque axe. La valeur retenue sera le deltas minimum de tous les deltas en valeurs absolues (ici 35) :



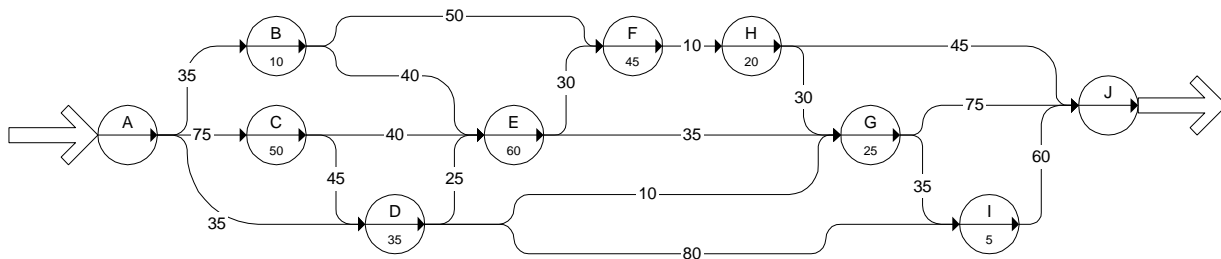
On obtient par conséquent le nouveau graphe suivant :



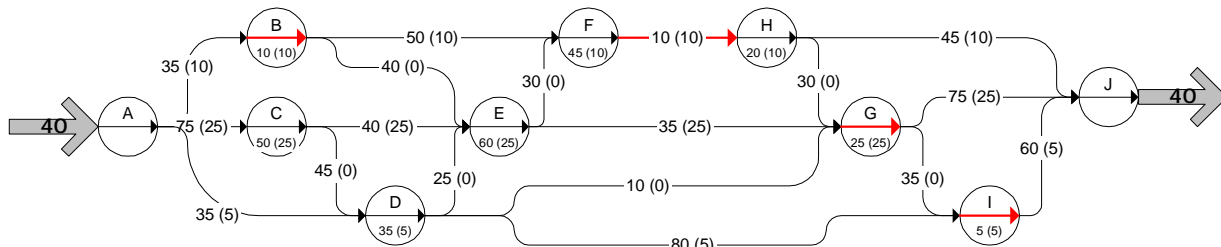
11 500 voitures / heure. Gain de  $80\,000 - 11\,500 = 3\,500$  voitures.

A ce stade on recommence l'algorithme, tant que l'on n'est pas bloqué. Ce qui est le cas ici.

### Débit de chaque ville



On obtient avec cette solution :

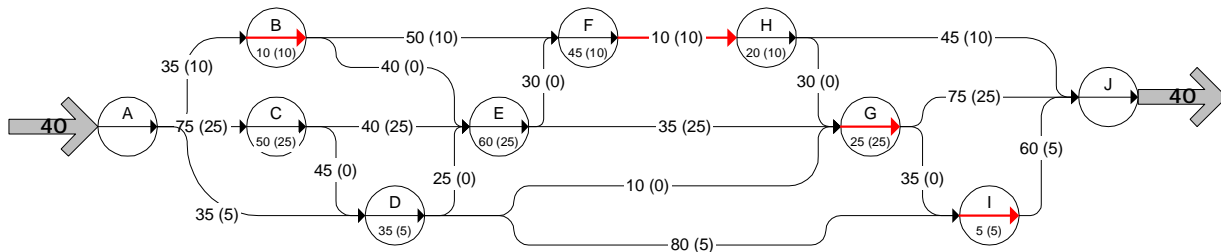


4 000 voitures / heure.

Remarque : tous les chemins sont saturés, on peut donc appliquer l'algorithme d'optimisation. On se rend compte qu'il est impossible d'optimiser cette solution.

### Réalisation d'une déviation

Pour se faire, on reprends la solution optimale trouvée précédemment :



Et on cherche la meilleure déviation :

Il serait très judicieux d'installer la déviation pour la ville I. En effet, pour cette ville le débit est très faible par rapport aux potentiels existants en entrée 8 000, et en sortie 6 000.

On se rend d'ailleurs compte que le trajet I à J est passé de 6 000 véhicules/heure à 500 véhicules/heure, soit un ration de 1/12.

### III. Cas n°2

1. Créer le tableau des tâches, avec leur code, leur nom, leur durée et leur(s) prédécesseur(s).
2. Déterminer le chemin critique, les marges, ainsi que la durée totale du projet.
3. Réaliser le diagramme de GANTT.
4. Tracer le diagramme d'enchaînement des tâches selon la méthode potentiels-tâches.

#### Tableau des tâches, durées, chemin critique, marge...

Etapas	Durée (jours)	Prédécesseurs	+ tôt		+ tard		Marge
			DD	DF	DD	DF	
A Lancement	10		0	10	0	10	
B Création groupe prototype	5	A	10	15	10	15	
C Diagnostic de l'existant	30	A	10	40	10	40	
D Prototype Intranet	25	A . B	15	40	15	40	
E Validation architecture	20	D	40	60	130	150	90
F Bilan	10	C . D	40	50	40	50	
G Expression des besoins	40	F	50	90	50	90	
H Déploiements navigateurs	10	F	50	60	80	90	30
I Etude organisationnelle	60	G	90	150	90	150	
J Spécifications générales	5	G . H	90	95	90	95	
K Spécifications détaillées	10	J	95	105	95	105	
L Programmation	30	K	105	135	105	135	
M Recette programme	10	L	135	145	140	150	5
N Mise en œuvre	0	E . I . M	150	150	150	150	

#### Diagramme de GANTT

