



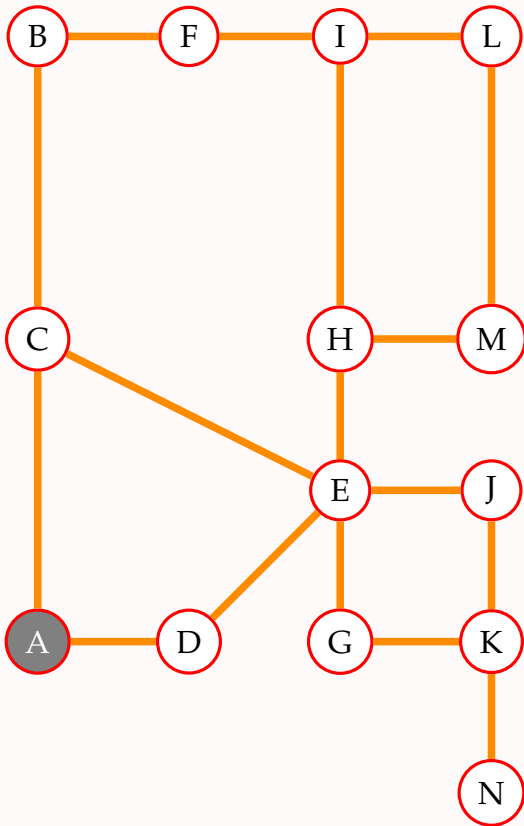
LYCÉE LECONTE DE LISLE

**Parcours de graphes : illustrations**

Vincent Picard

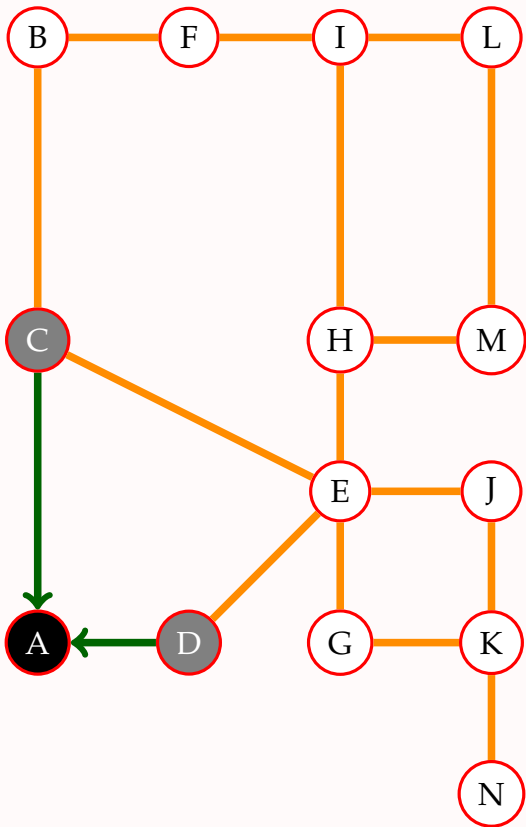
**1**

## **Parcours en largeur**



Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Ouvert	<i>racine</i>	0
B			$\infty$
C			$\infty$
D			$\infty$
E			$\infty$
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ A →

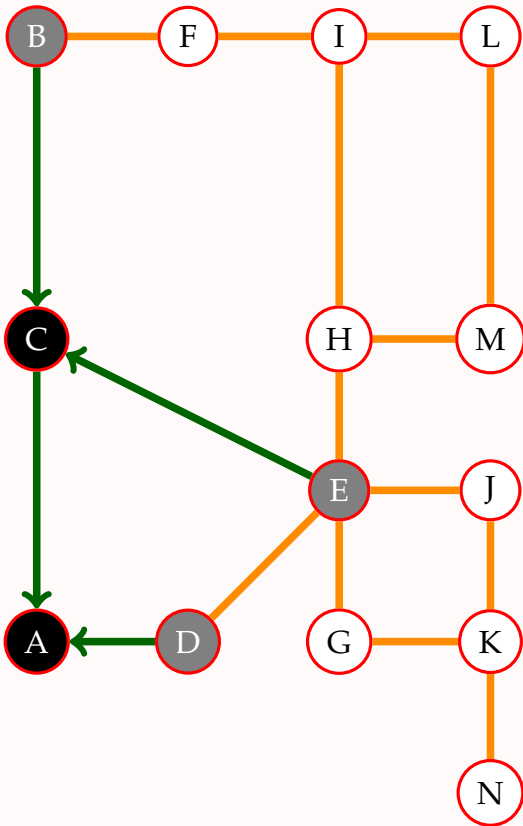


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B			$\infty$
C	Ouvert	A	1
D	Ouvert	A	1
E			$\infty$
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ 

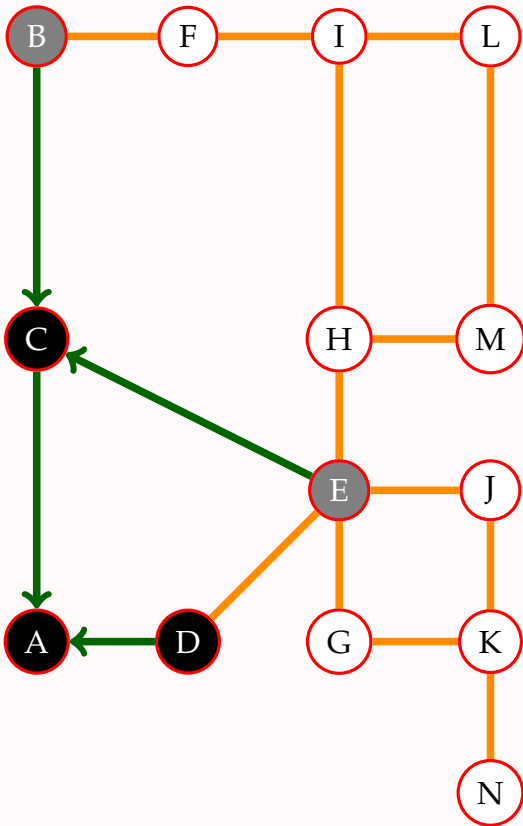
D	C
---	---

 →



Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Ouvert	C	2
C	Fermé	A	1
D	Ouvert	A	1
E	Ouvert	C	2
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ [E][B][D] →

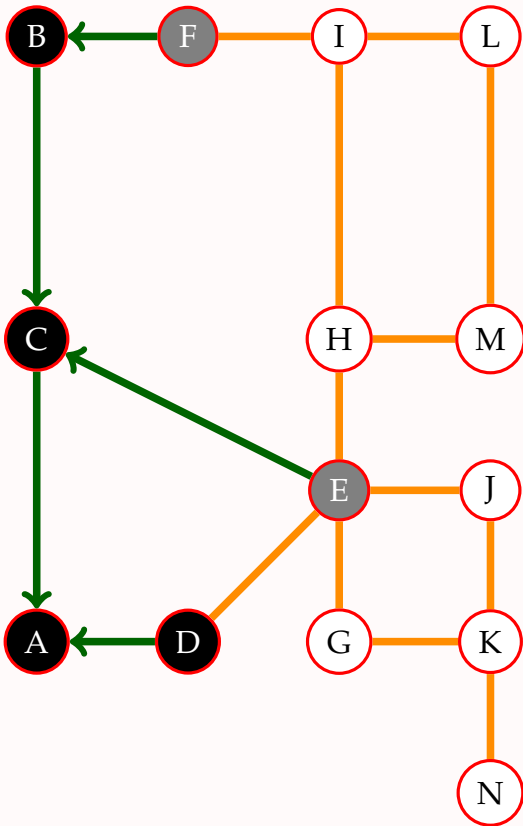


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Ouvert	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Ouvert	C	2
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ 

E	B
---	---

 →

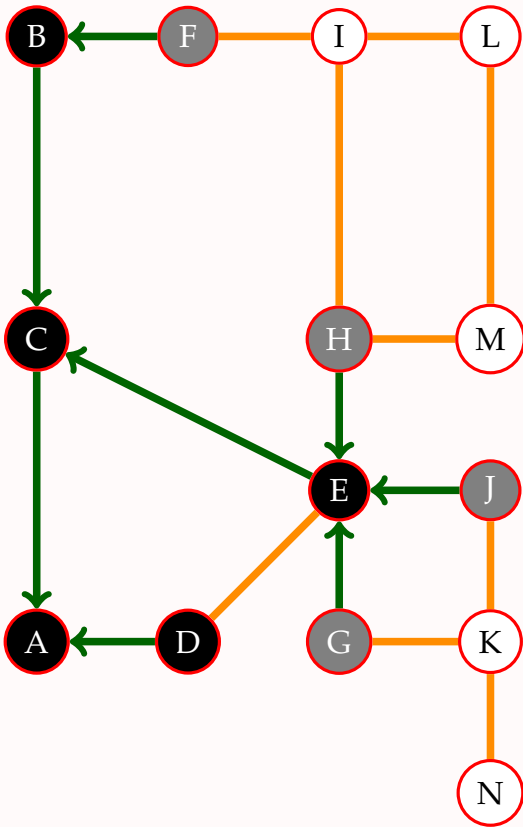


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Ouvert	C	2
F	Ouvert	B	3
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ 

F	E
---	---

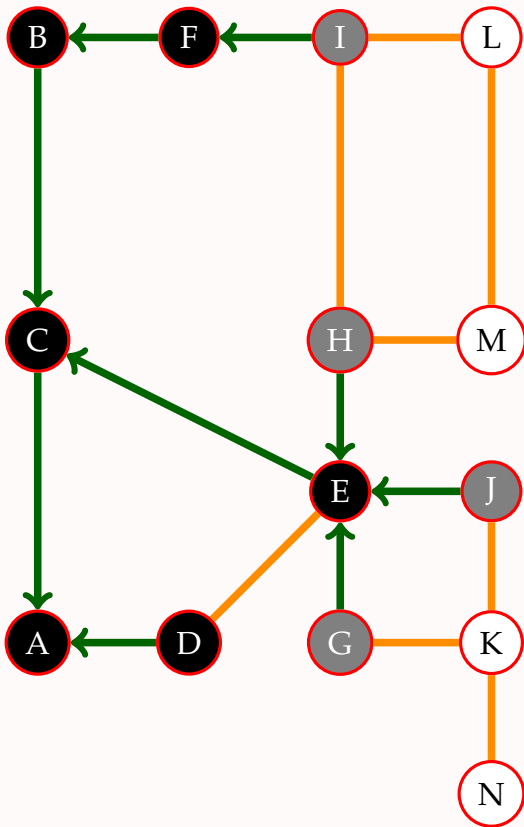
 →



Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Ouvert	B	3
G	Ouvert	E	3
H	Ouvert	E	3
I			$\infty$
J	Ouvert	E	3
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ [J][H][G][F] →



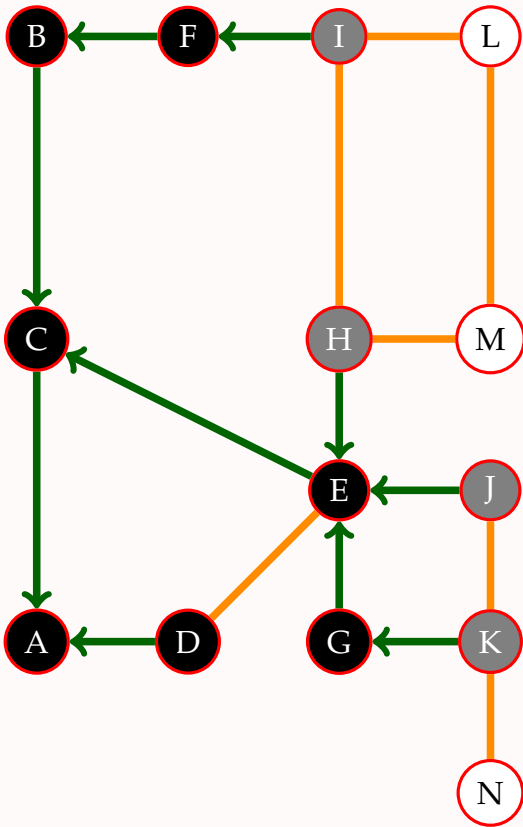


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Ouvert	E	3
H	Ouvert	E	3
I	Ouvert	F	4
J	Ouvert	E	3
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ 

I	J	H	G
---	---	---	---

 →

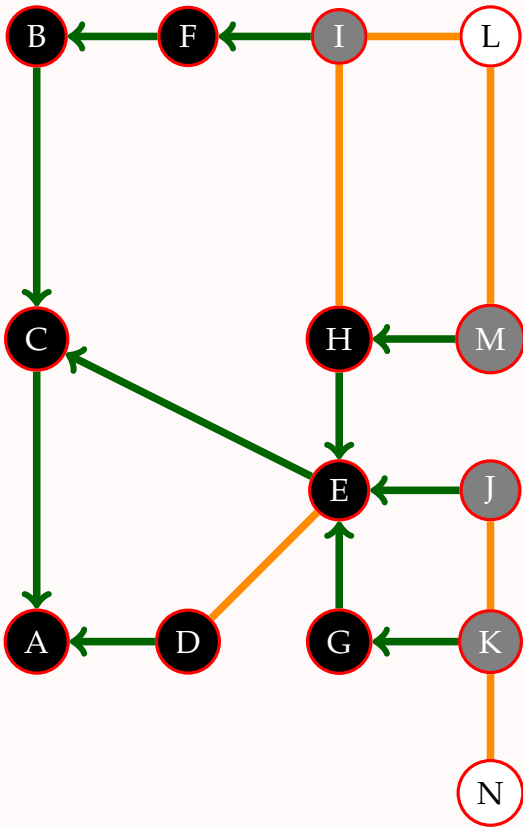


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Ouvert	E	3
I	Ouvert	F	4
J	Ouvert	E	3
K	Ouvert	G	4
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

→ 

K	I	J	H
---	---	---	---

 →

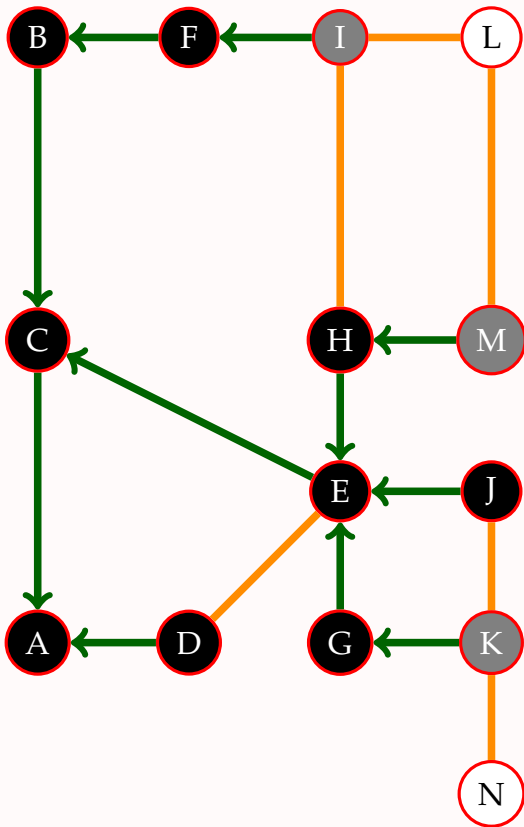


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Ouvert	F	4
J	Ouvert	E	3
K	Ouvert	G	4
L			$\infty$
M	Ouvert	H	4
N			$\infty$

→ 

M	K	I	J
---	---	---	---

 →

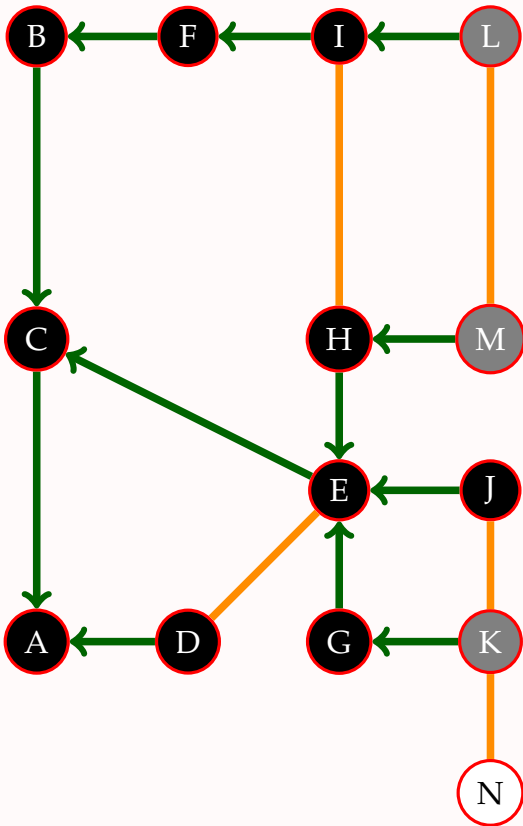


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Ouvert	F	4
J	Fermé	E	3
K	Ouvert	G	4
L			$\infty$
M	Ouvert	H	4
N			$\infty$

→ 

M	K	I
---	---	---

 →

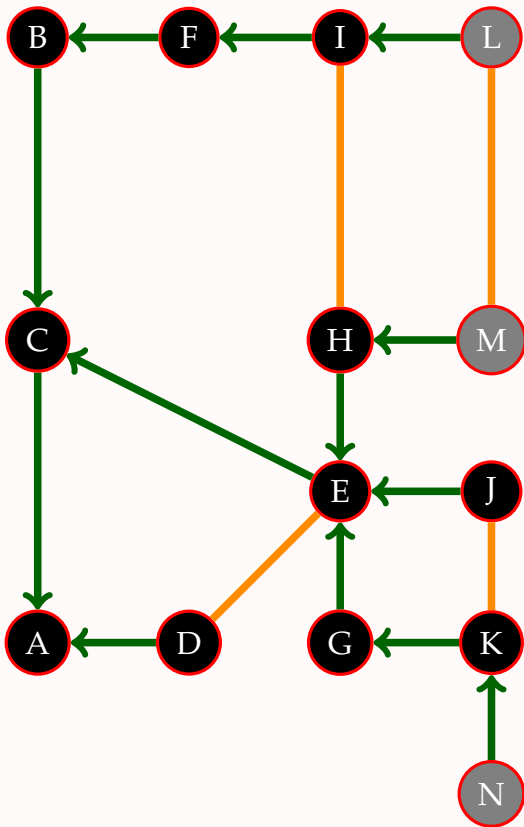


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Fermé	F	4
J	Fermé	E	3
K	Ouvert	G	4
L	Ouvert	I	5
M	Ouvert	H	4
N			$\infty$

→ 

L	M	K
---	---	---

 →

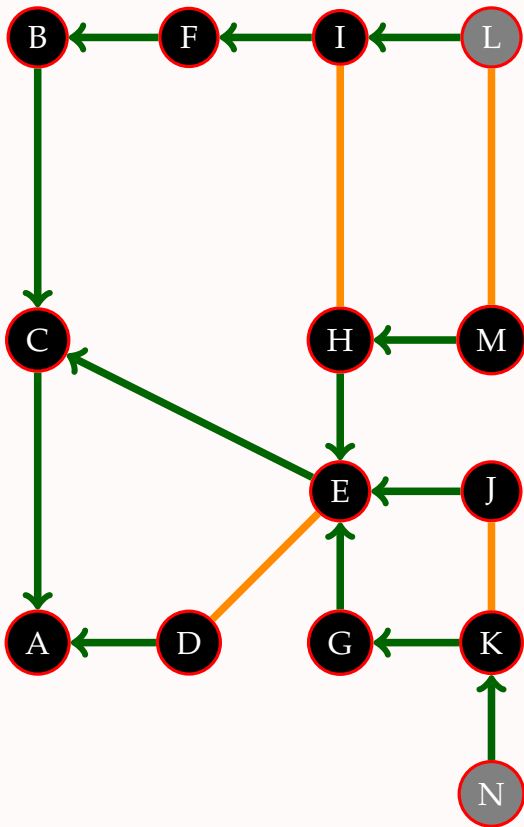


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Fermé	F	4
J	Fermé	E	3
K	Fermé	G	4
L	Ouvert	I	5
M	Ouvert	H	4
N	Ouvert	K	5

→ 

N	L	M
---	---	---

 →

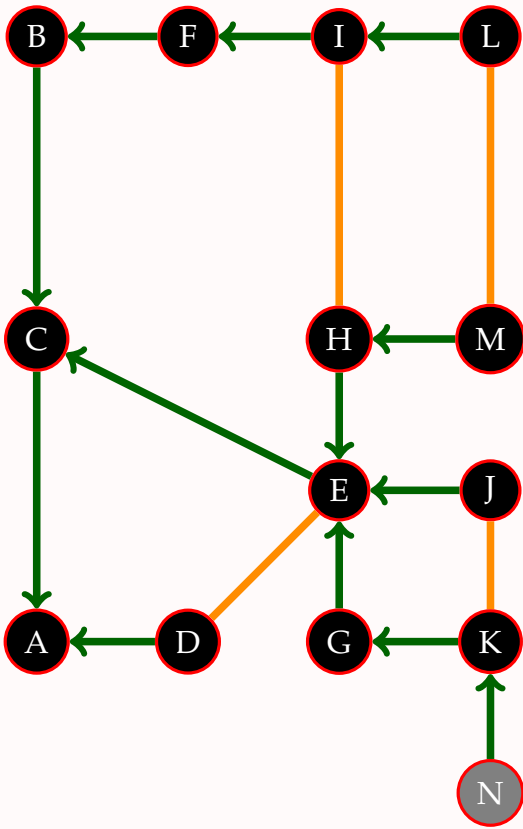


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Fermé	F	4
J	Fermé	E	3
K	Fermé	G	4
L	Ouvert	I	5
M	Fermé	H	4
N	Ouvert	K	5

→ 

N	L
---	---

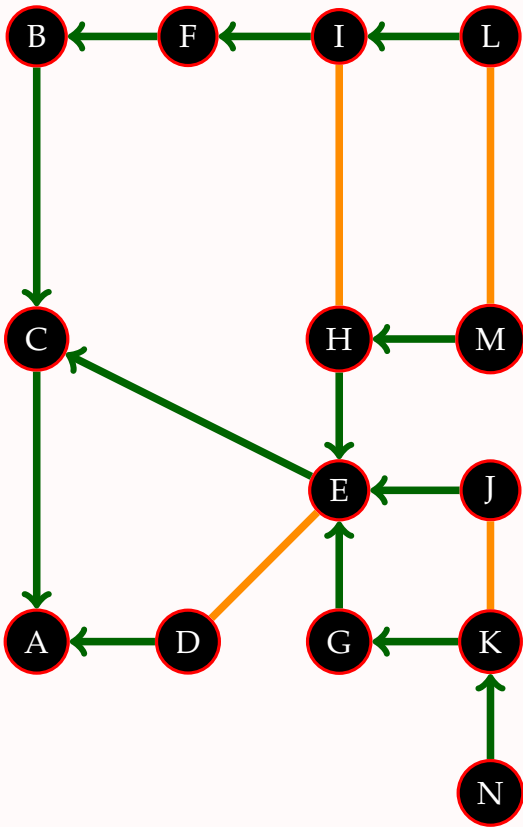
 →



Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Fermé	F	4
J	Fermé	E	3
K	Fermé	G	4
L	Fermé	I	5
M	Fermé	H	4
N	Ouvert	K	5

→ N →



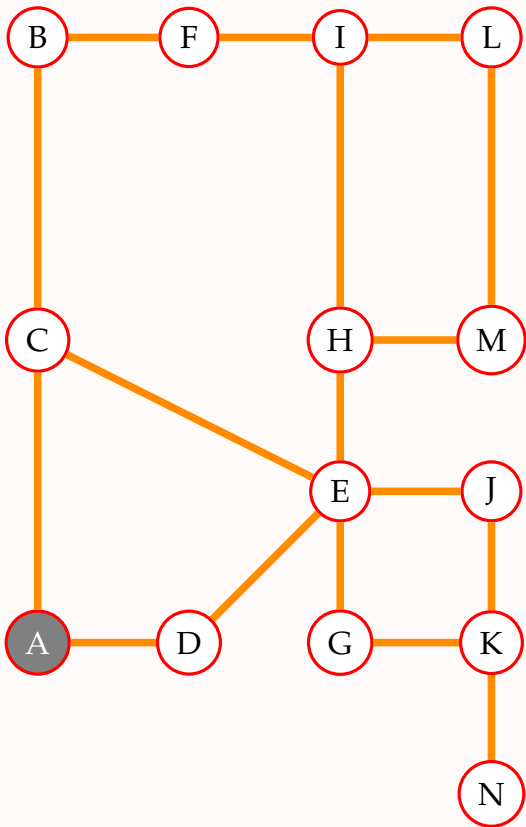


Nœud	État	Prédécesseur	Distance
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	2
C	Fermé	A	1
D	Fermé	A	1
E	Fermé	C	2
F	Fermé	B	3
G	Fermé	E	3
H	Fermé	E	3
I	Fermé	F	4
J	Fermé	E	3
K	Fermé	G	4
L	Fermé	I	5
M	Fermé	H	4
N	Fermé	K	5

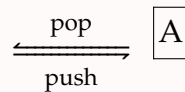


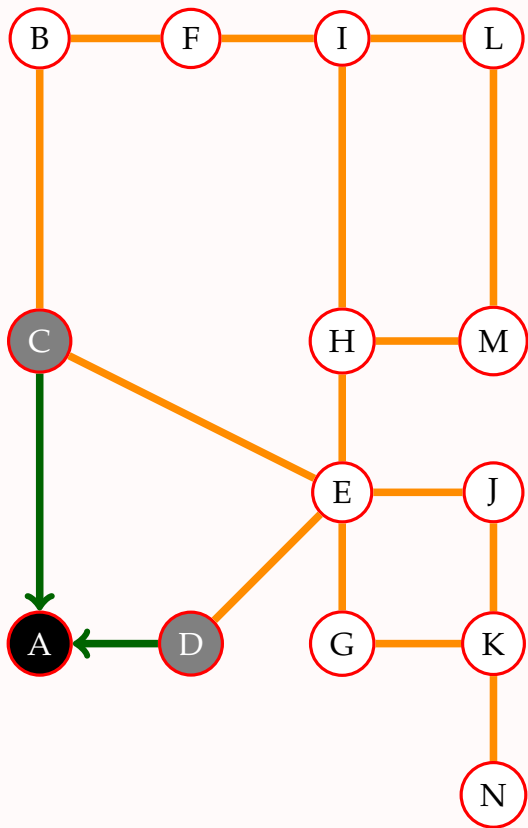
2

## Parcours en profondeur

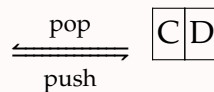


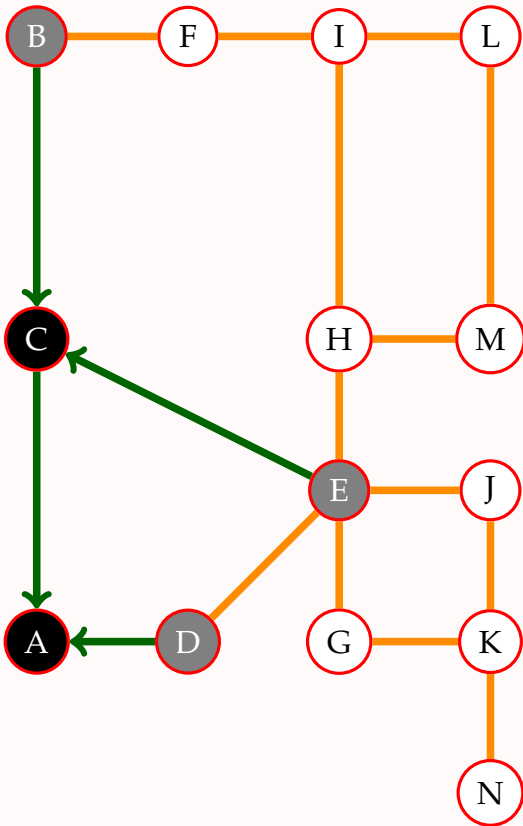
Nœud	État	Prédécesseur
A	Ouvert	<i>racine</i>
B		
C		
D		
E		
F		
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		



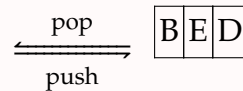


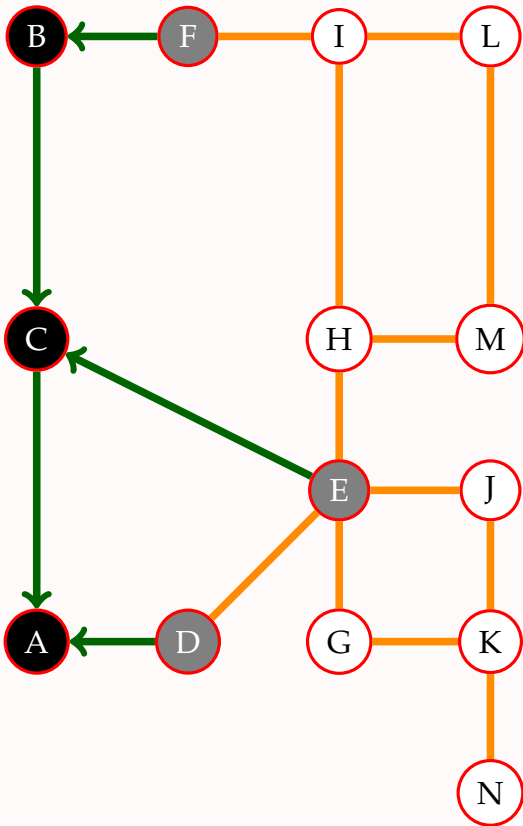
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B		
C	Ouvert	A
D	Ouvert	A
E		
F		
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		



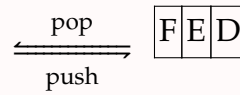


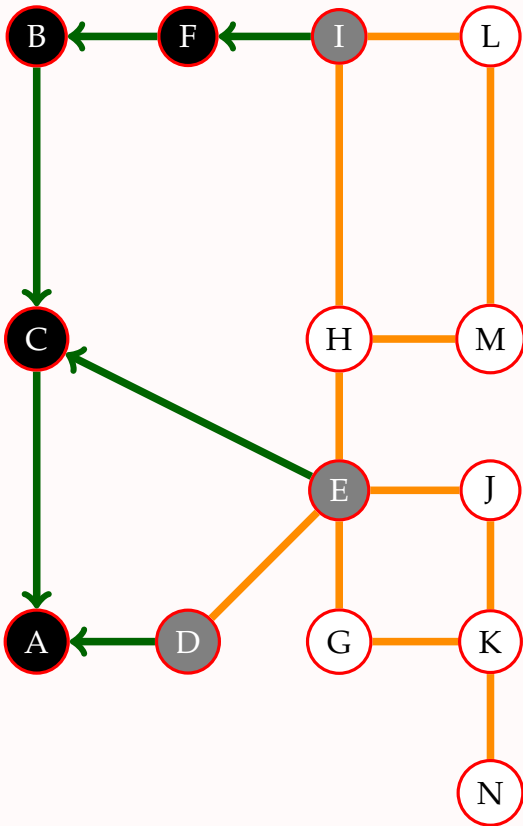
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Ouvert	C
C	Fermé	A
D	Ouvert	A
E	Ouvert	C
F		
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		



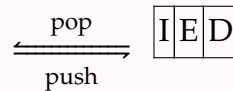


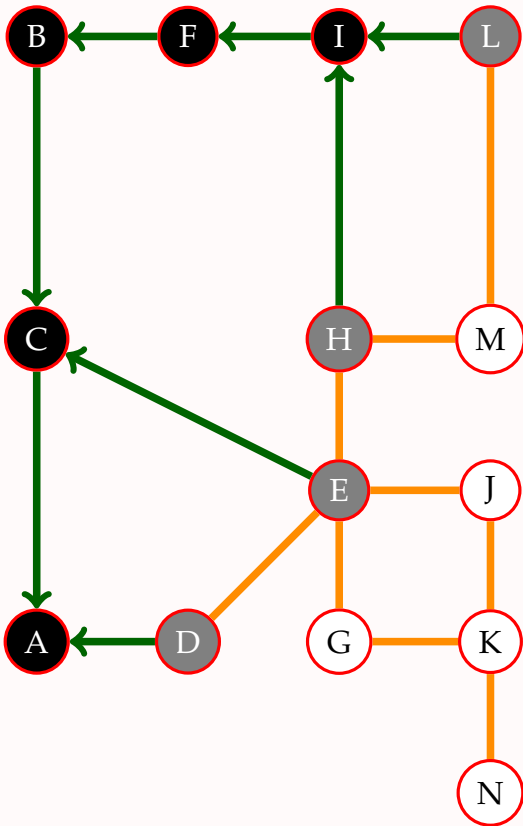
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Ouvert	A
E	Ouvert	C
F	Ouvert	B
G		
H		
I		
J		
K		
L		
M		
N		



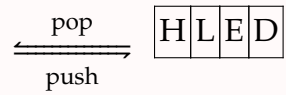


Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Ouvert	A
E	Ouvert	C
F	Fermé	B
G		
H		
I	Ouvert	F
J		
K		
L		
M		
N		

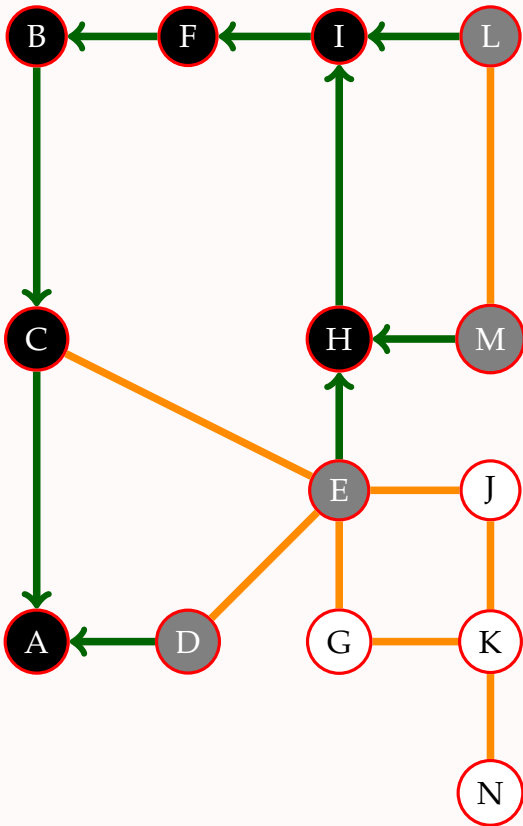




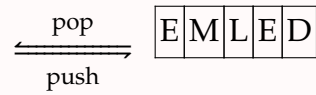
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Ouvert	A
E	Ouvert	C
F	Fermé	B
G		
H	Ouvert	I
I	Fermé	F
J		
K		
L	Ouvert	I
M		
N		

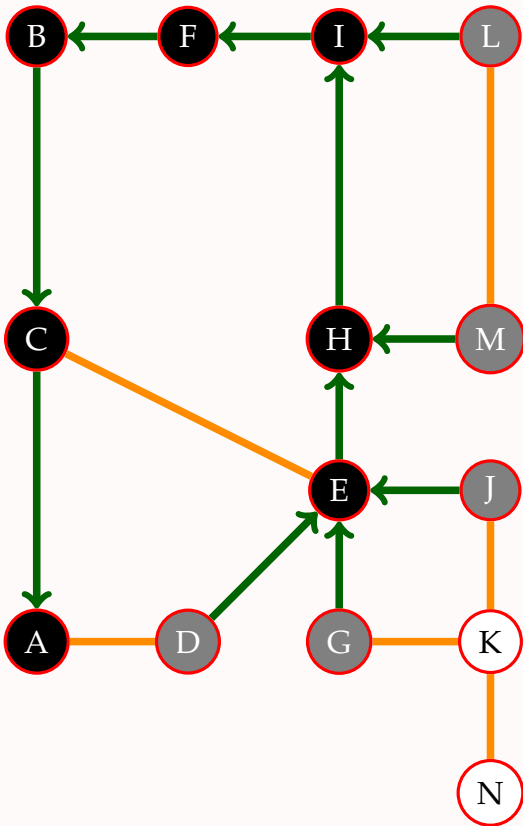






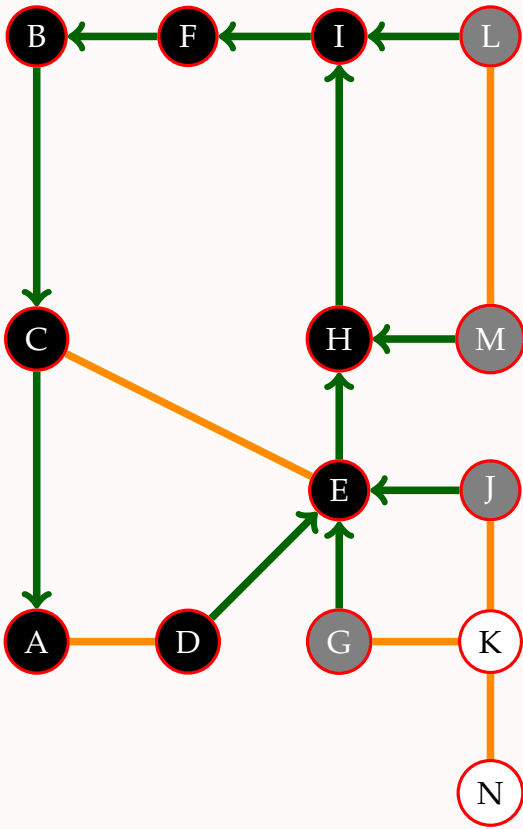
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Ouvert	A
E	Ouvert	<b>H</b>
F	Fermé	B
G		
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J		
K		
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N		





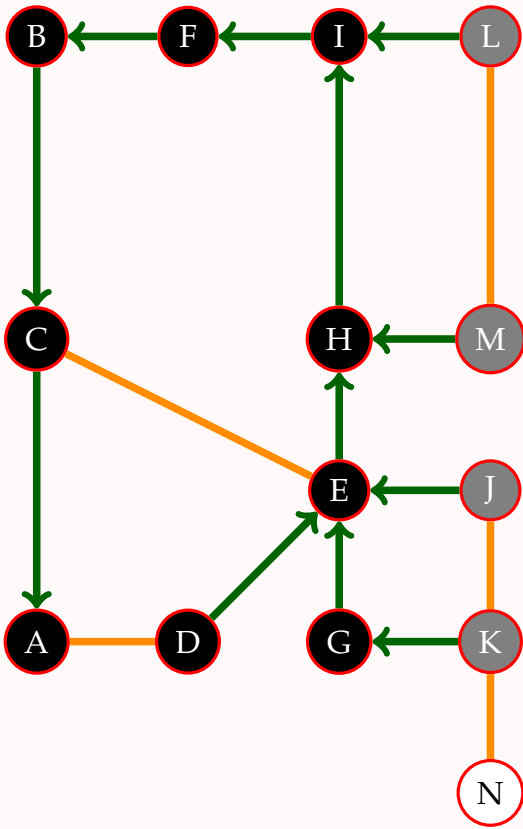
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Ouvert	<b>E</b>
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Ouvert	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Ouvert	E
K		
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N		



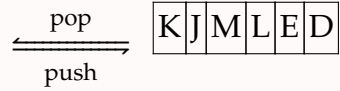


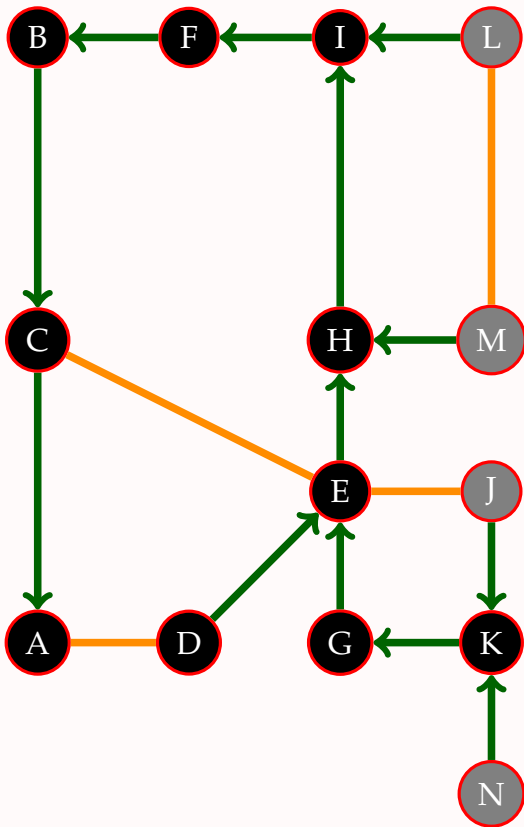
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Ouvert	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Ouvert	E
K		
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N		



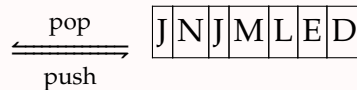


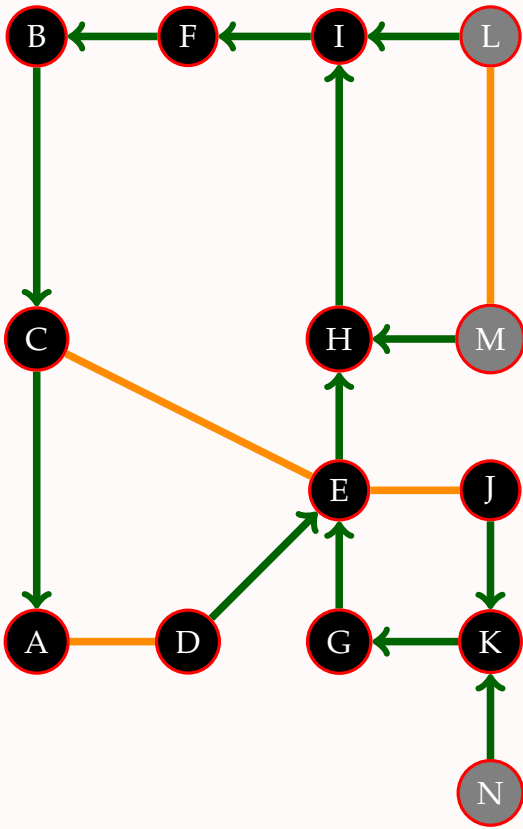
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Ouvert	E
K	Ouvert	G
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N		



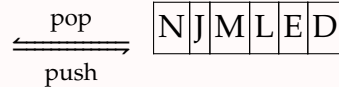


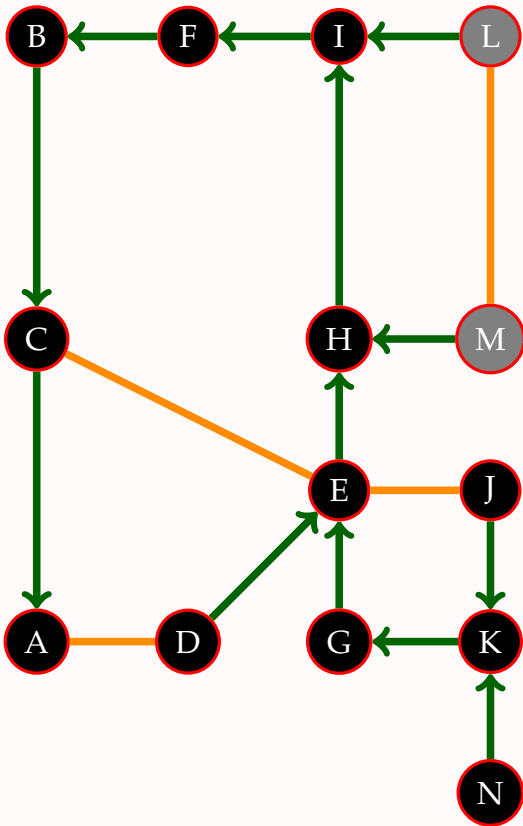
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Ouvert	<b>K</b>
K	Fermé	G
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N	Ouvert	K



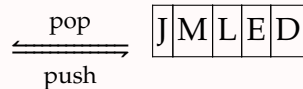


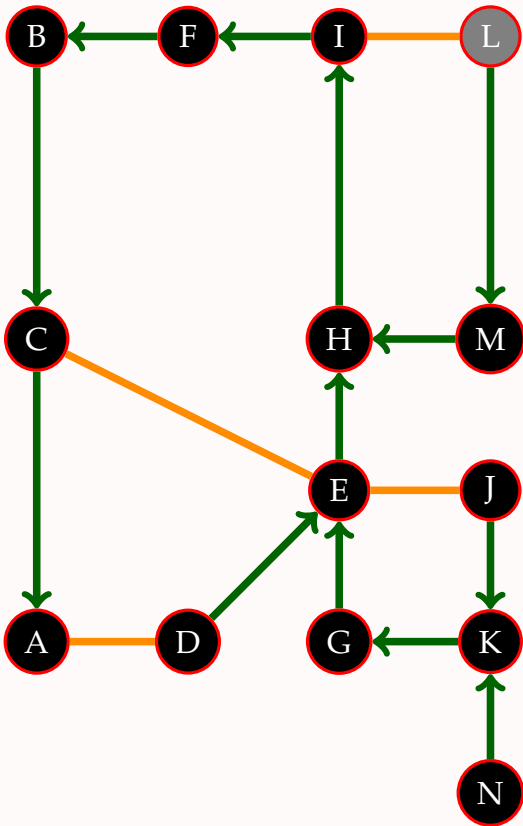
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Fermé	K
K	Fermé	G
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N	Ouvert	K



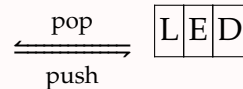


Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Fermé	K
K	Fermé	G
L	Ouvert	I
M	Ouvert	H
N	Fermé	K

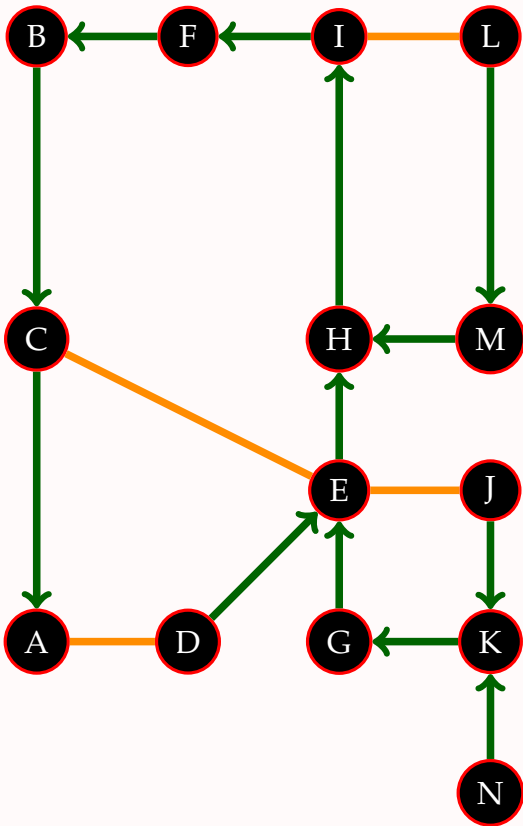




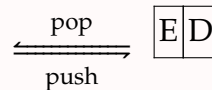
Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Fermé	K
K	Fermé	G
L	Ouvert	<b>M</b>
M	Fermé	H
N	Fermé	K

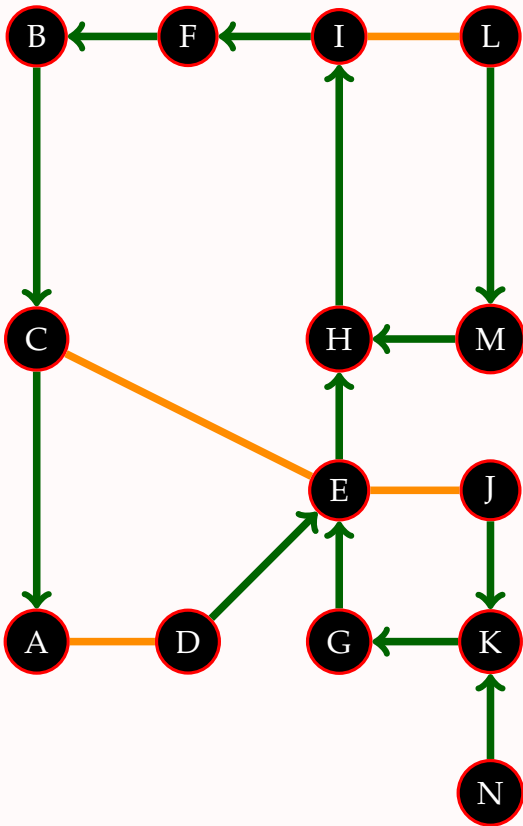




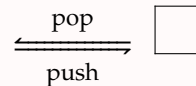


Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Fermé	K
K	Fermé	G
L	Fermé	M
M	Fermé	H
N	Fermé	K





Nœud	État	Prédécesseur
A	Fermé	<i>racine</i>
B	Fermé	C
C	Fermé	A
D	Fermé	E
E	Fermé	H
F	Fermé	B
G	Fermé	E
H	Fermé	I
I	Fermé	F
J	Fermé	K
K	Fermé	G
L	Fermé	M
M	Fermé	H
N	Fermé	K

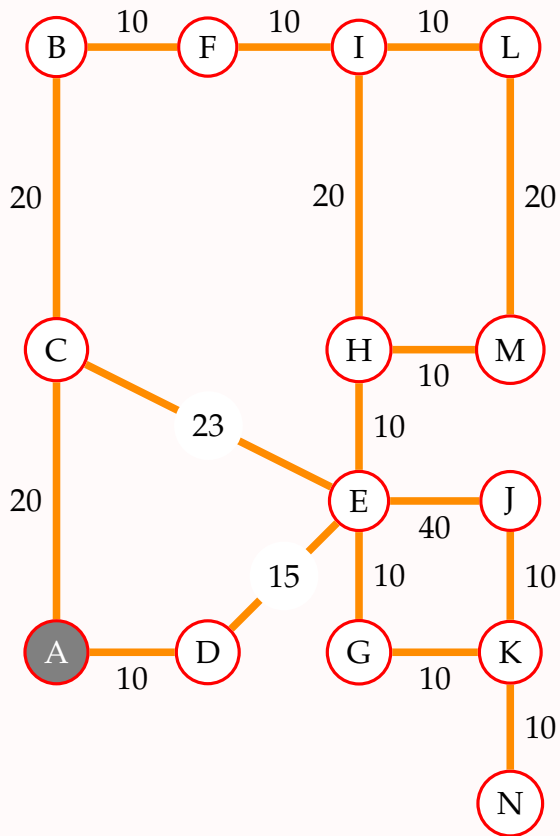


**3**

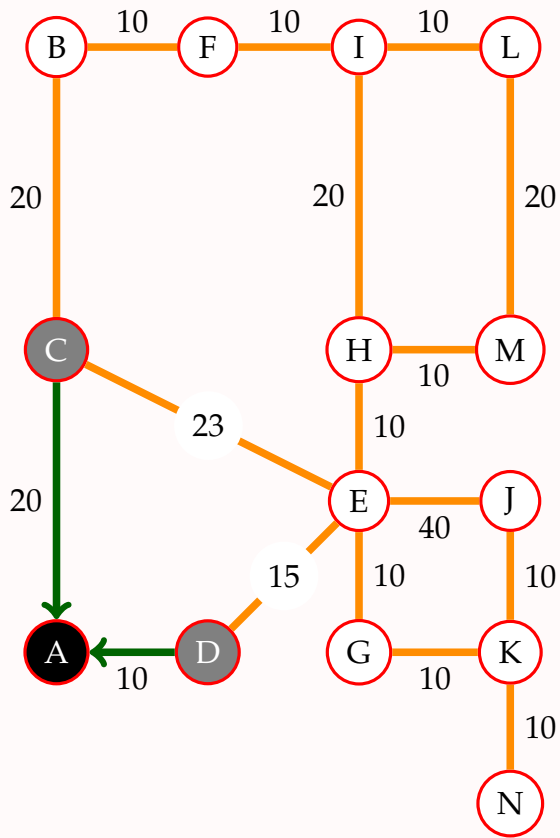
## **Algorithme de Dijkstra**

# Principes

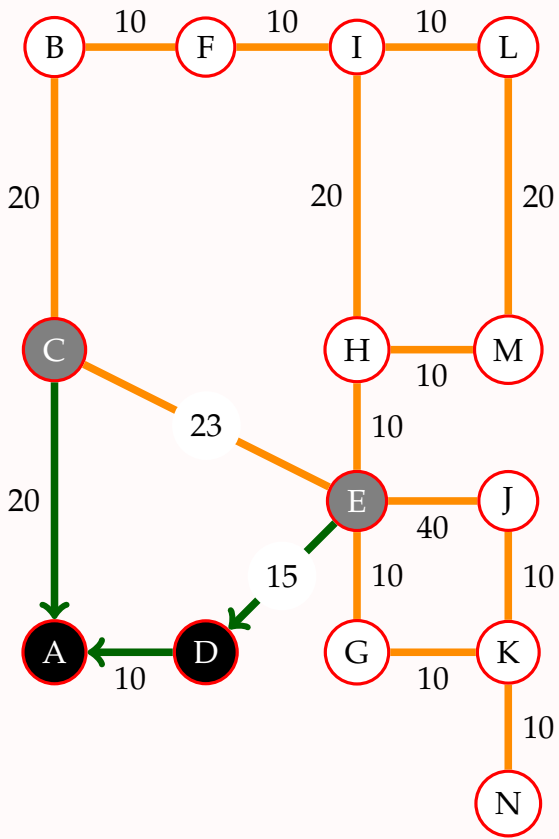
- Variante du parcours en largeur qui tient compte des poids **positifs** sur les arcs.
- $g(n)$  représente du sommet source au sommet  $n$  dans l'arborescence construite.
- À chaque étape on choisit le sommet ouvert de  $g(n)$  minimum (c-à-d : on explore les sommets dans l'ordre de leur distance à la source).
- Si le sommet  $x$  est choisi, alors pour tout arc  $x \rightarrow y$  :
  - ▶ Si  $y$  est fermé on ne fait rien
  - ▶ Si  $y$  est ouvert et que l'arc  $x \rightarrow y$  améliore  $g(n)$  alors on met à jour  $g(n)$  et  $x$  devient prédecesseur de  $y$
  - ▶ Sinon  $y$  devient ouvert et on lui affecte  $g(n)$  et  $x$  pour prédecesseur.
- L'algorithme de Dijkstra construit une arborescence de chemins optimaux depuis la source vers tous les sommets accessibles.



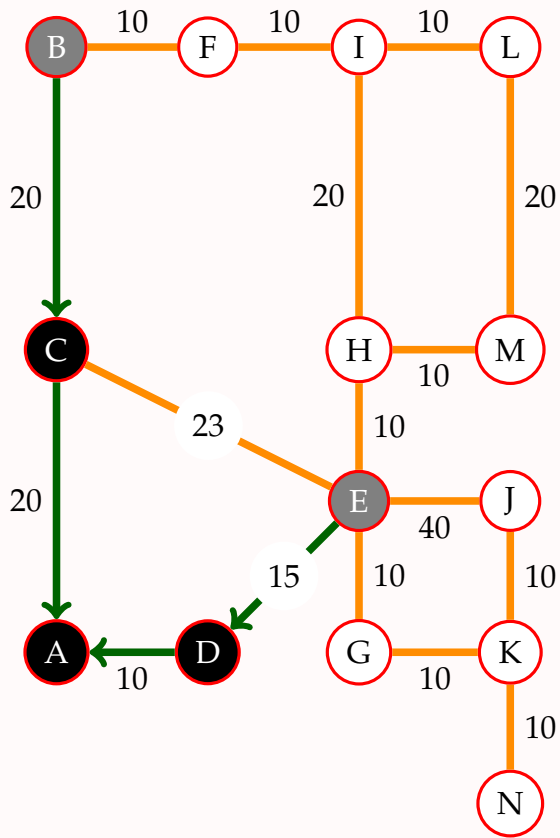
Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Ouvert	racine	0
B			$\infty$
C			$\infty$
D			$\infty$
E			$\infty$
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$



Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	racine	0
B			$\infty$
C	Ouvert	A	20
D	Ouvert	A	10
E			$\infty$
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

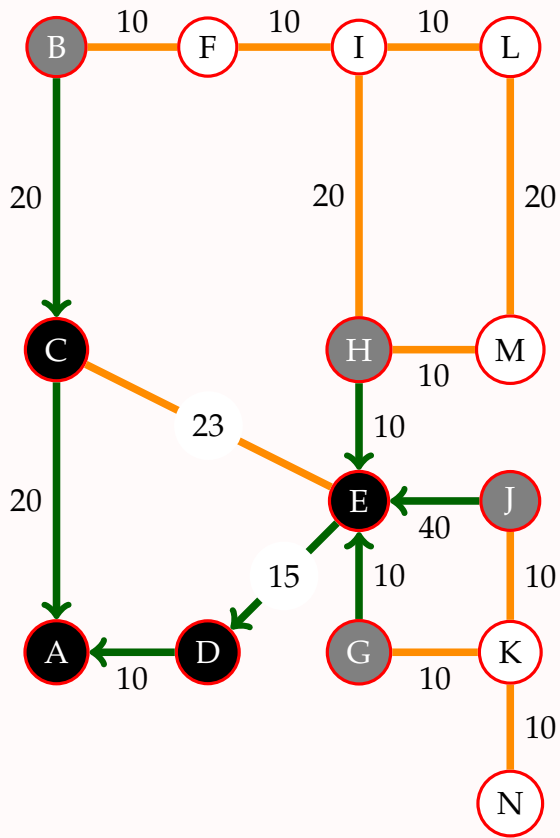


Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	racine	0
B			$\infty$
C	Ouvert	A	20
D	Fermé	A	10
E	Ouvert	D	25
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

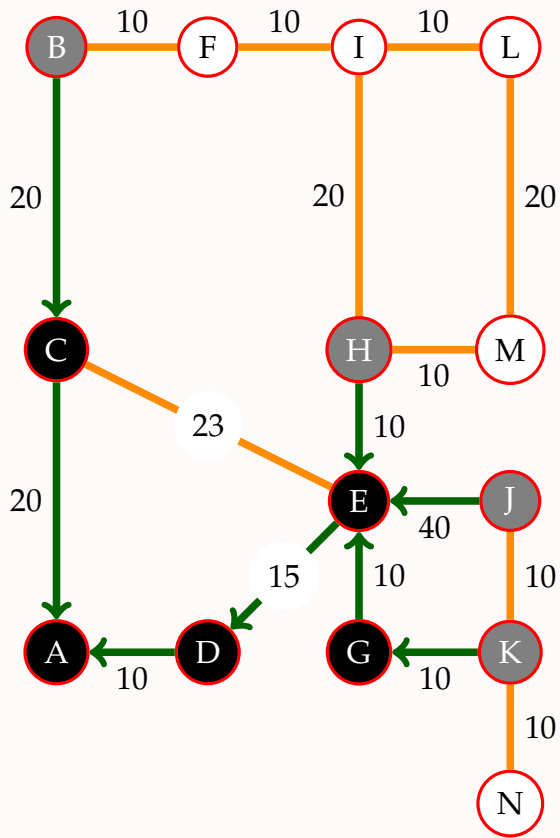


Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Ouvert	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Ouvert	D	25
F			$\infty$
G			$\infty$
H			$\infty$
I			$\infty$
J			$\infty$
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$

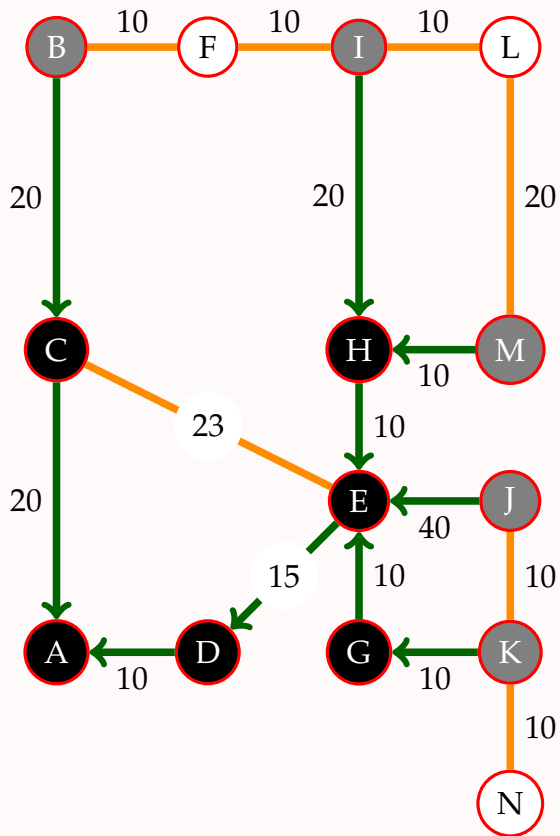




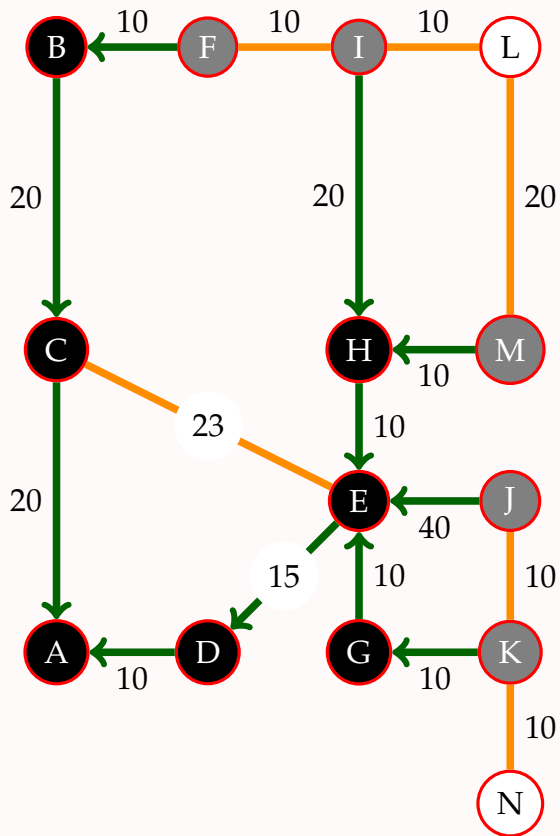
Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Ouvert	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F			$\infty$
G	Ouvert	E	35
H	Ouvert	E	35
I			$\infty$
J	Ouvert	E	65
K			$\infty$
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$



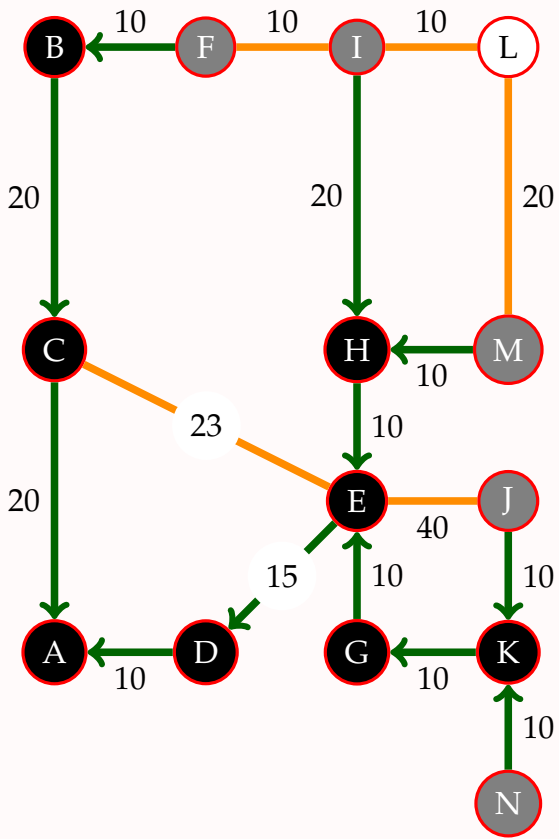
Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	racine	0
B	Ouvert	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F			$\infty$
G	Fermé	E	35
H	Ouvert	E	35
I			$\infty$
J	Ouvert	E	65
K	Ouvert	G	45
L			$\infty$
M			$\infty$
N			$\infty$



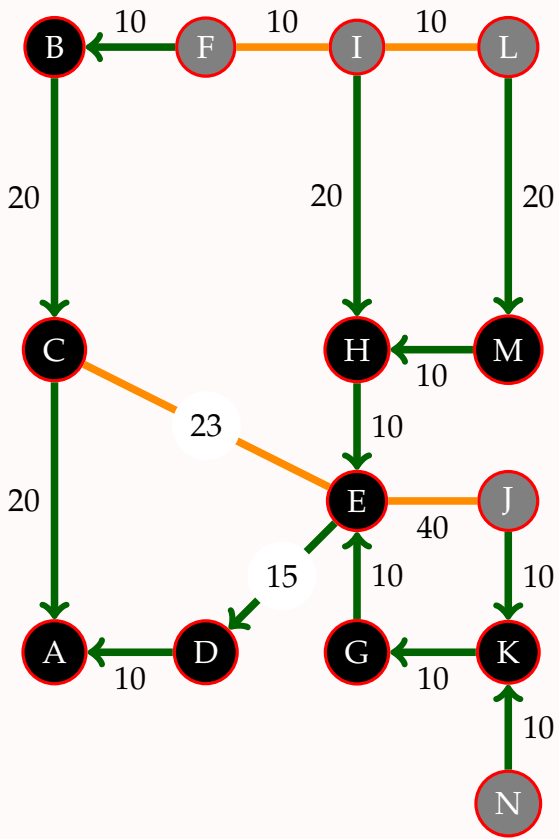
Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Ouvert	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F			$\infty$
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Ouvert	H	55
J	Ouvert	E	65
K	Ouvert	G	45
L			$\infty$
M	Ouvert	H	45
N			$\infty$



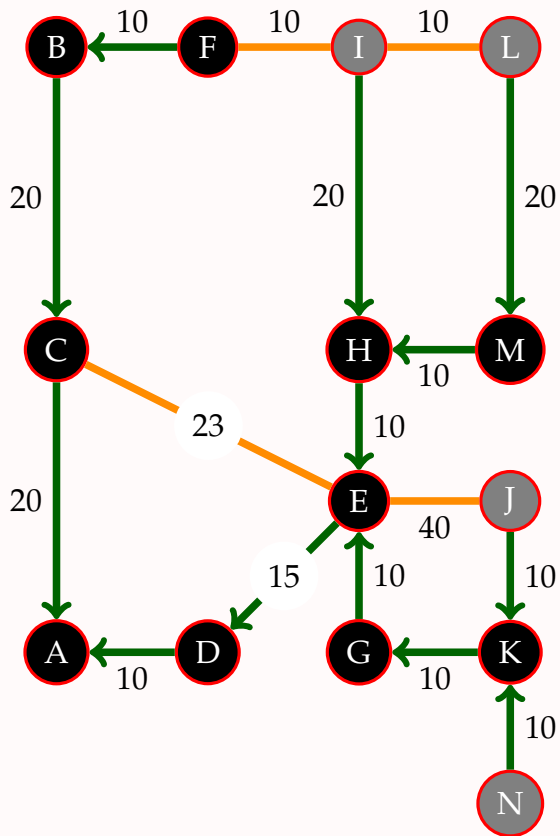
Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Ouvert	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Ouvert	H	55
J	Ouvert	E	65
K	Ouvert	G	45
L			$\infty$
M	Ouvert	H	45
N			$\infty$



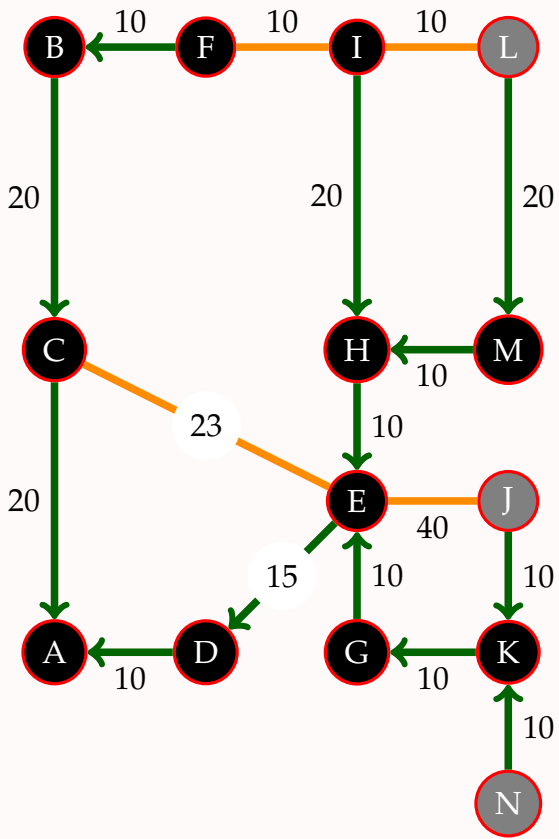
Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Oouvert	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Oouvert	H	55
J	Oouvert	<b>K</b>	<b>55</b>
K	Fermé	G	45
L			$\infty$
M	Oouvert	H	45
N	Oouvert	K	55



Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Oouvert	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Oouvert	H	55
J	Oouvert	K	55
K	Fermé	G	45
L	Oouvert	M	65
M	Fermé	H	45
N	Oouvert	K	55

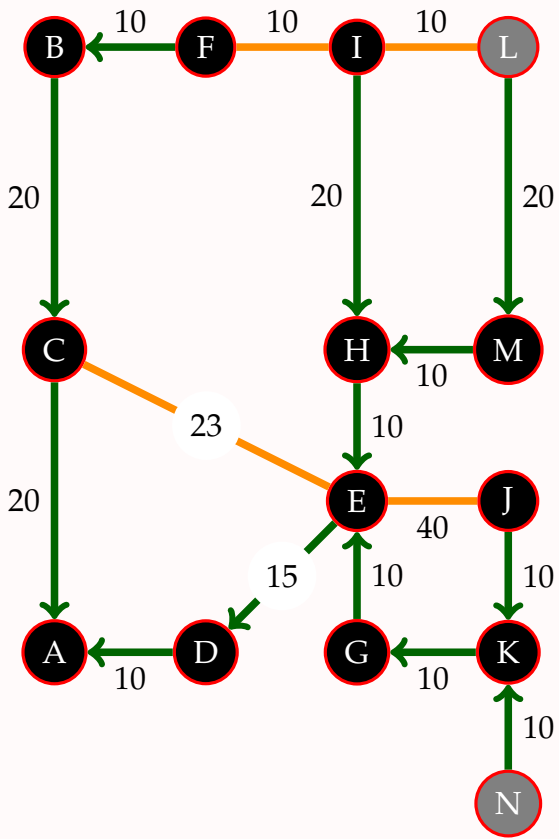


Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Fermé	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Ouvert	H	55
J	Ouvert	K	55
K	Fermé	G	45
L	Ouvert	M	65
M	Fermé	H	45
N	Ouvert	K	55

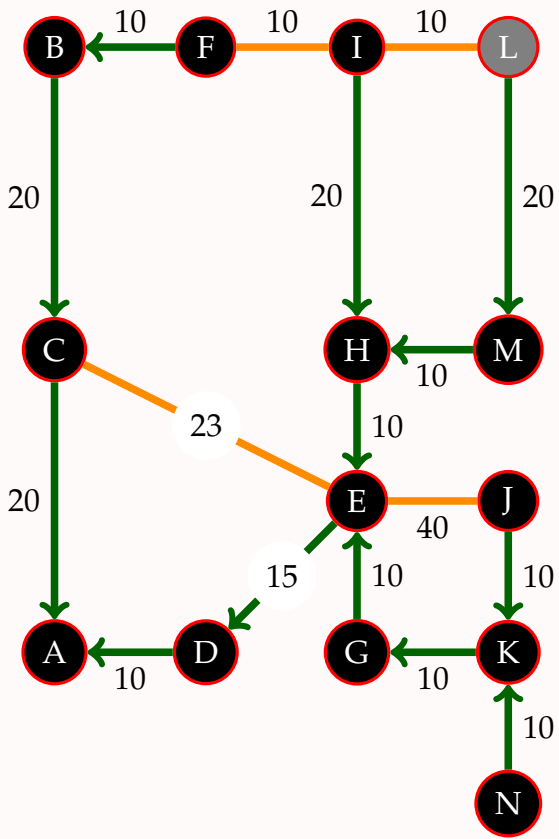


Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Fermé	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Fermé	H	55
J	Oouvert	K	55
K	Fermé	G	45
L	Oouvert	M	65
M	Fermé	H	45
N	Oouvert	K	55

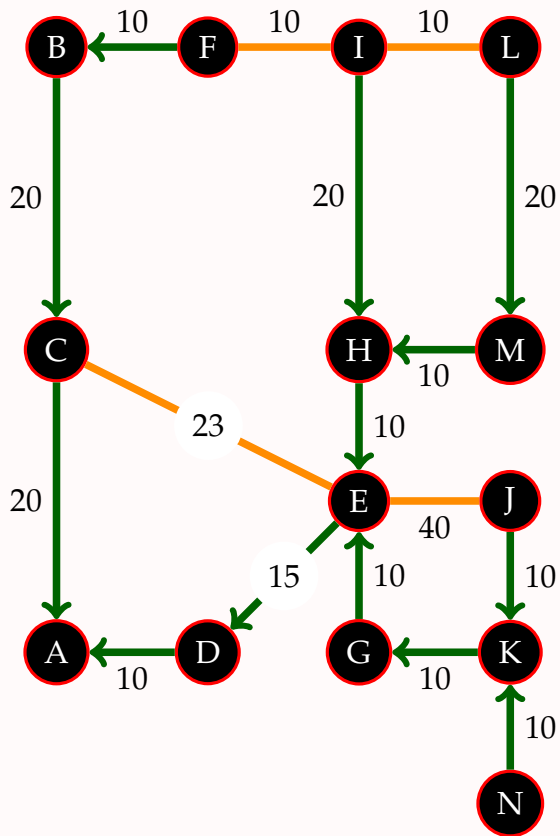




Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Fermé	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Fermé	H	55
J	Fermé	K	55
K	Fermé	G	45
L	Ouvert	M	65
M	Fermé	H	45
N	Ouvert	K	55



Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Fermé	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Fermé	H	55
J	Fermé	K	55
K	Fermé	G	45
L	Oouvert	M	65
M	Fermé	H	45
N	Fermé	K	55



Nœud	État	Prédécesseur	$g(n)$
A	Fermé	<i>racine</i>	0
B	Fermé	C	40
C	Fermé	A	20
D	Fermé	A	10
E	Fermé	D	25
F	Fermé	B	50
G	Fermé	E	35
H	Fermé	E	35
I	Fermé	H	55
J	Fermé	K	55
K	Fermé	G	45
L	Fermé	M	65
M	Fermé	H	45
N	Fermé	K	55

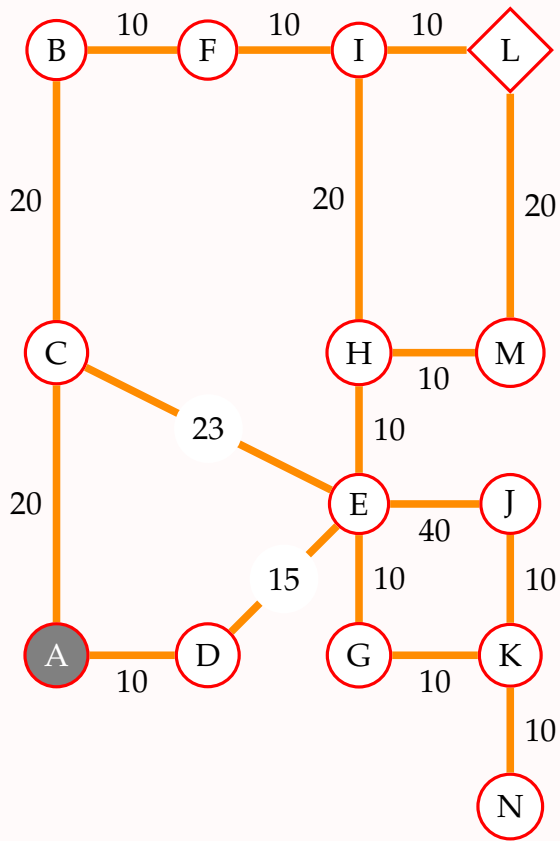
4

## Algorithme A\*

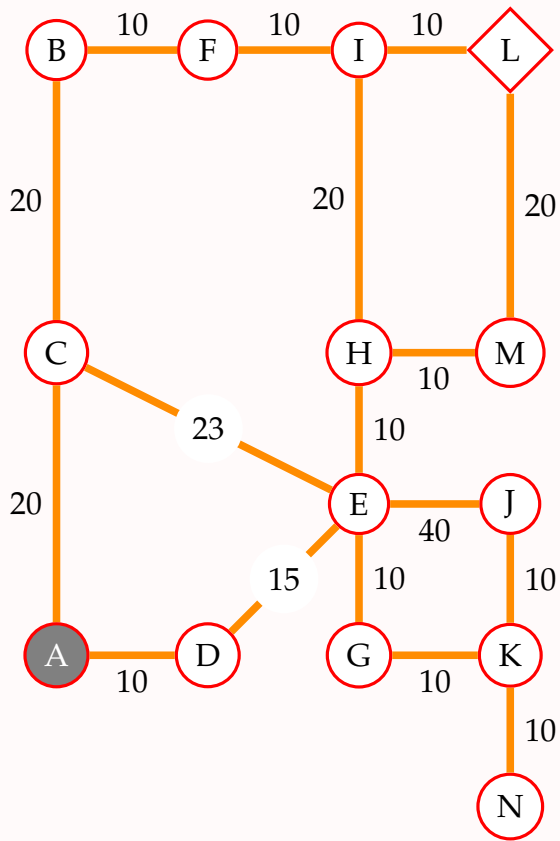
# Principes

- On cherche un chemin optimal depuis un sommet source vers un sommet cible.
- On dispose d'une fonction heuristique  $h$  qui estime la distance restante à la cible depuis tout sommet
- $g(n)$  représente la distance du sommet source au sommet  $n$  dans l'arborescence construite.
- À chaque étape on choisit le sommet ouvert de  $f(n) = g(n) + h(n)$  minimum.
- Si le sommet  $x$  est choisi, alors pour tout arc  $x \rightarrow y$  :
  - ▶ Si  $y$  est ouvert **ou fermé** et que l'arc  $x \rightarrow y$  améliore  $g(n)$  alors on met à jour  $g(n)$  et  $x$  devient prédecesseur de  $y$  et il devient ouvert.
  - ▶ Sinon  $y$  devient ouvert et on lui affecte  $g(n)$  et  $x$  pour prédecesseur.
- On peut s'arrêter que le sommet cible devient fermé.

- Si l'**heuristique est admissible** alors l'algorithme  $A^*$  construit un chemin optimal de puis la source vers la cible.
- Si de plus, l'**heuristique est monotone** alors il est inutile de reconsidérer et réouvrir les sommets fermés. L'algorithme est simplifié.

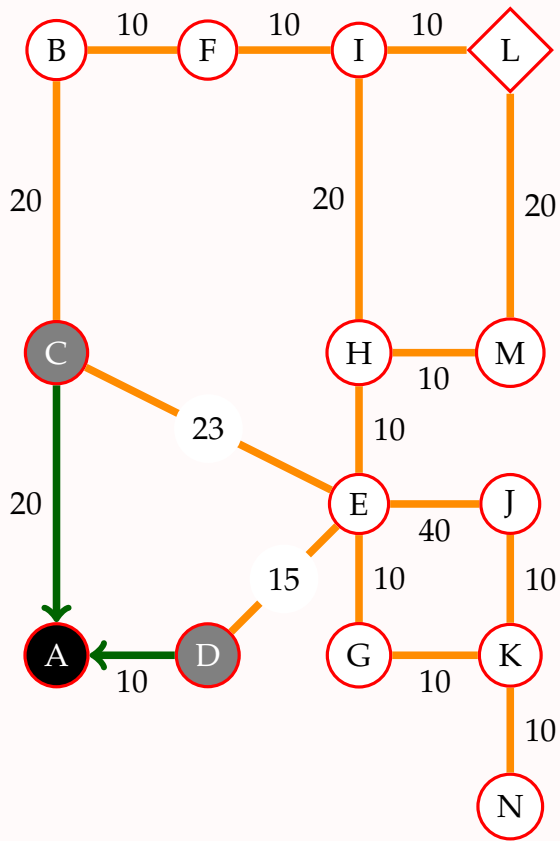


Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Ouvert	racine	0		
B			$\infty$		
C			$\infty$		
D			$\infty$		
E			$\infty$		
F			$\infty$		
G			$\infty$		
H			$\infty$		
I			$\infty$		
J			$\infty$		
K			$\infty$		
L			$\infty$		
M			$\infty$		
N			$\infty$		

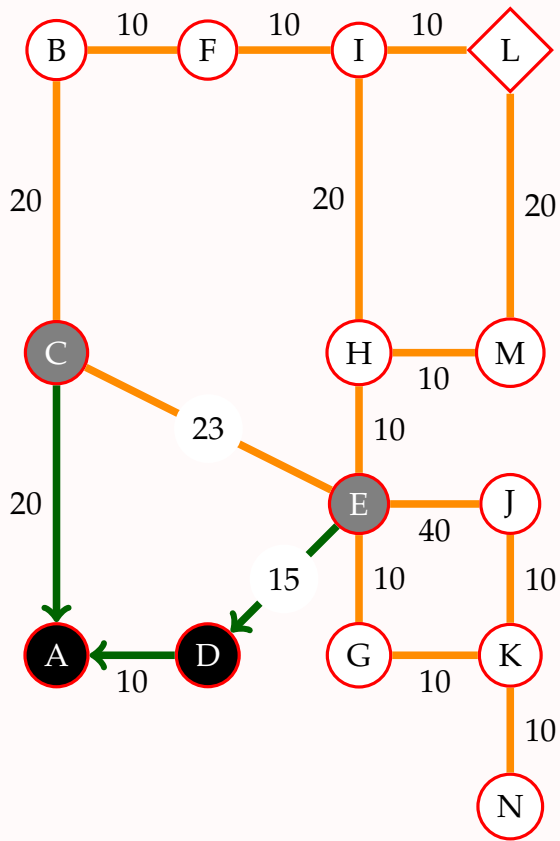


Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Ouvert	racine	0	50	50
B			$\infty$	30	$\infty$
C			$\infty$	36	$\infty$
D			$\infty$	44	$\infty$
E			$\infty$	31	$\infty$
F			$\infty$	20	$\infty$
G			$\infty$	41	$\infty$
H			$\infty$	22	$\infty$
I			$\infty$	10	$\infty$
J			$\infty$	42	$\infty$
K			$\infty$	40	$\infty$
L			$\infty$	0	$\infty$
M			$\infty$	20	$\infty$
N			$\infty$	50	$\infty$

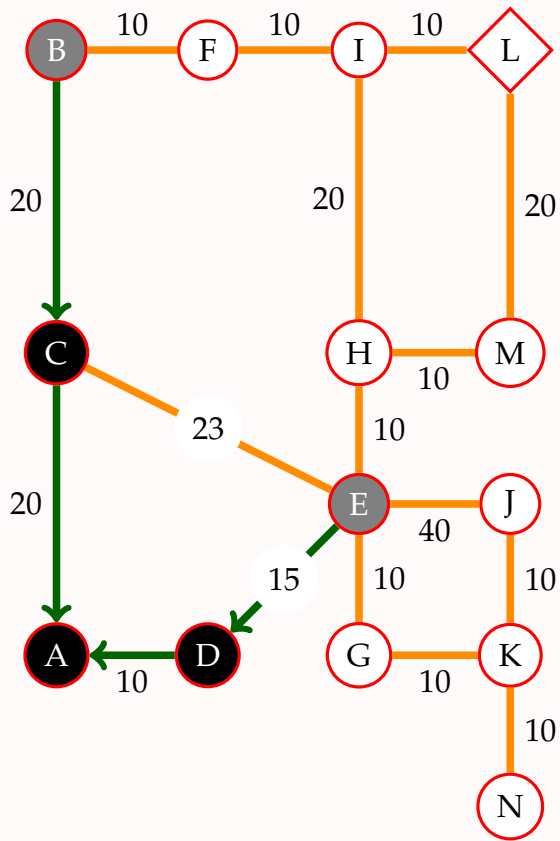




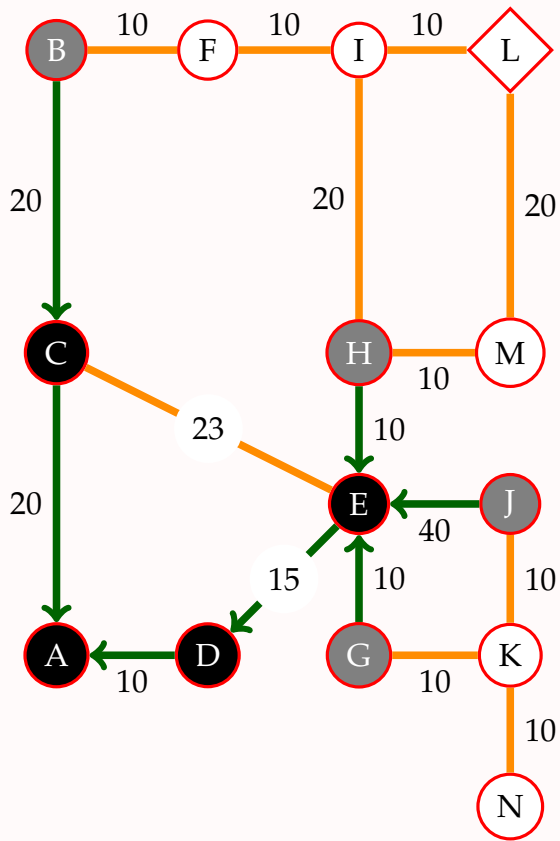
Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B			$\infty$	30	$\infty$
C	Ouvert	A	20	36	56
D	Ouvert	A	10	44	54
E			$\infty$	31	$\infty$
F			$\infty$	20	$\infty$
G			$\infty$	41	$\infty$
H			$\infty$	22	$\infty$
I			$\infty$	10	$\infty$
J			$\infty$	42	$\infty$
K			$\infty$	40	$\infty$
L			$\infty$	0	$\infty$
M			$\infty$	20	$\infty$
N			$\infty$	50	$\infty$



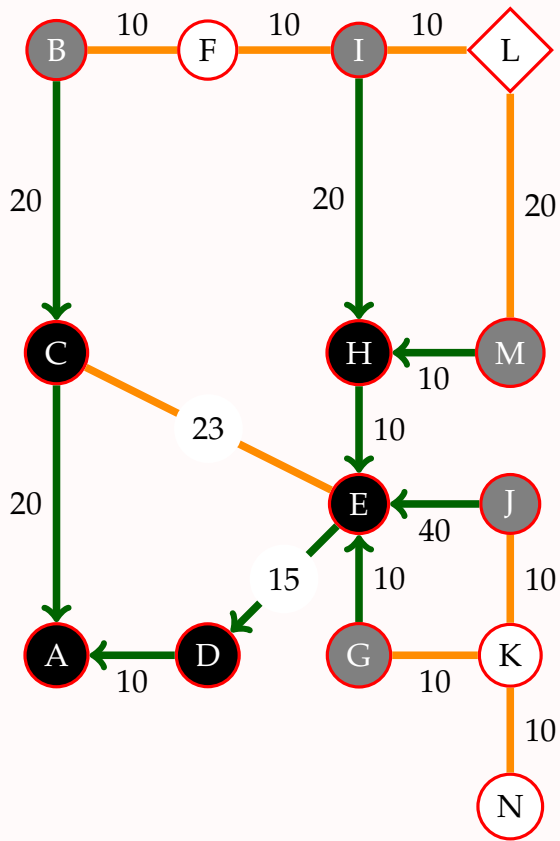
Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B			$\infty$	30	$\infty$
C	Ouvert	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Ouvert	D	25	31	56
F			$\infty$	20	$\infty$
G			$\infty$	41	$\infty$
H			$\infty$	22	$\infty$
I			$\infty$	10	$\infty$
J			$\infty$	42	$\infty$
K			$\infty$	40	$\infty$
L			$\infty$	0	$\infty$
M			$\infty$	20	$\infty$
N			$\infty$	50	$\infty$



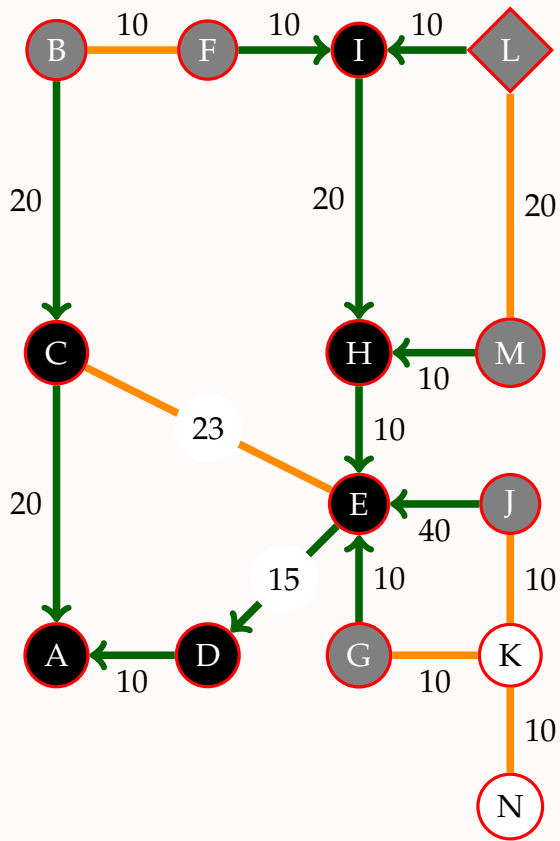
Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B	Ouvert	C	40	30	70
C	Fermé	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Ouvert	D	25	31	56
F			$\infty$	20	$\infty$
G			$\infty$	41	$\infty$
H			$\infty$	22	$\infty$
I			$\infty$	10	$\infty$
J			$\infty$	42	$\infty$
K			$\infty$	40	$\infty$
L			$\infty$	0	$\infty$
M			$\infty$	20	$\infty$
N			$\infty$	50	$\infty$



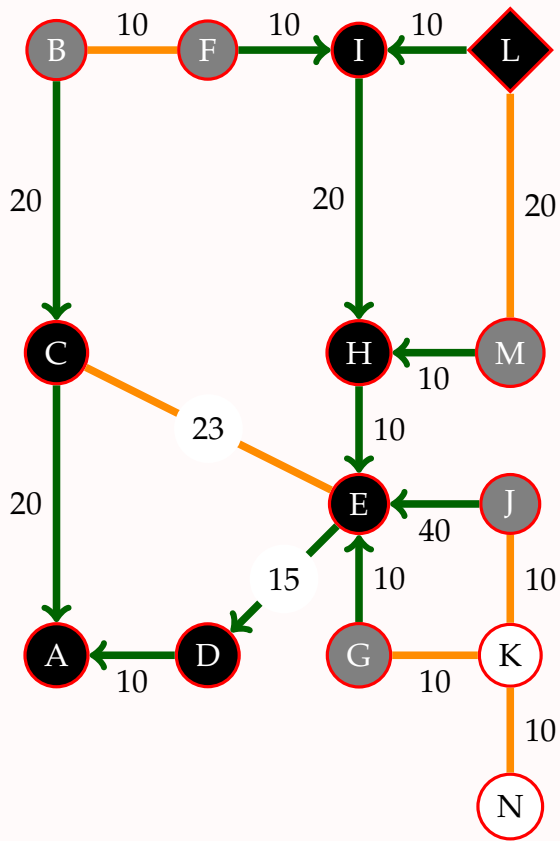
Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B	Ouvert	C	40	30	70
C	Fermé	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Fermé	D	25	31	56
F			$\infty$	20	$\infty$
G	Ouvert	E	35	41	76
H	Ouvert	E	35	22	57
I			$\infty$	10	$\infty$
J	Ouvert	E	65	42	107
K			$\infty$	40	$\infty$
L			$\infty$	0	$\infty$
M			$\infty$	20	$\infty$
N			$\infty$	50	$\infty$



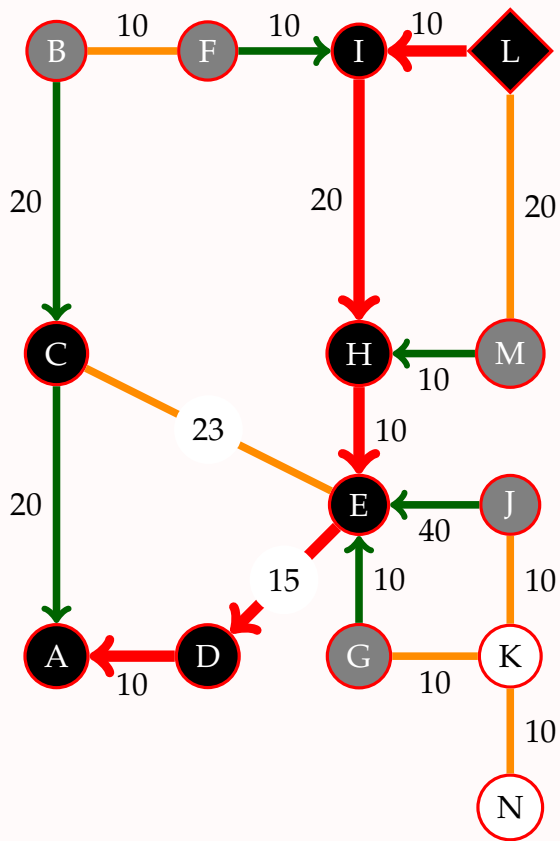
Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B	Ouvert	C	40	30	70
C	Fermé	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Fermé	D	25	31	56
F			$\infty$	20	$\infty$
G	Ouvert	E	35	41	76
H	Fermé	E	35	22	57
I	Ouvert	H	55	10	65
J	Ouvert	E	65	42	107
K			$\infty$	40	$\infty$
L			$\infty$	0	$\infty$
M	Ouvert	H	45	20	65
N			$\infty$	50	$\infty$



Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B	Ouvert	C	40	30	70
C	Fermé	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Fermé	D	25	31	56
F	Ouvert	I	65	20	85
G	Ouvert	E	35	41	76
H	Fermé	E	35	22	57
I	Fermé	H	55	10	65
J	Ouvert	E	65	42	107
K			$\infty$	40	$\infty$
L	Ouvert	I	65	0	65
M	Ouvert	H	45	20	65
N			$\infty$	50	$\infty$



Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B	Ouvert	C	40	30	70
C	Fermé	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Fermé	D	25	31	56
F	Ouvert	I	65	20	85
G	Ouvert	E	35	41	76
H	Fermé	E	35	22	57
I	Fermé	H	55	10	65
J	Ouvert	E	65	42	107
K			$\infty$	40	$\infty$
L	Fermé	I	65	0	65
M	Ouvert	H	45	20	65
N			$\infty$	50	$\infty$



Nœud	État	pred(n)	$g(n)$	$h(n)$	$f(n)$
A	Fermé	racine	0	50	50
B	Ouvert	C	40	30	70
C	Fermé	A	20	36	56
D	Fermé	A	10	44	54
E	Fermé	D	25	31	56
F	Ouvert	I	65	20	85
G	Ouvert	E	35	41	76
H	Fermé	E	35	22	57
I	Fermé	H	55	10	65
J	Ouvert	E	65	42	107
K			$\infty$	40	$\infty$
L	Fermé	I	65	0	65
M	Ouvert	H	45	20	65
N			$\infty$	50	$\infty$