Modèle inférentiel

Retour sur l'estimation de la pertinence

- Modèle probabiliste de base suppose P(R|D,Q)
  - On suppose l'indépendance et on estime P(**d**|R) (après transformation)

- Courant de pensée en probabilité
  - Fréquentiste
    - Probabilité d'un événement est le nombre de fois qu'il apparaît sur le nombre total de possibilités
  - Épistémologiste (subjectiviste) (courant Bayésien)
    - Probabilité basée sur des causalités et des combinaisons de croyances

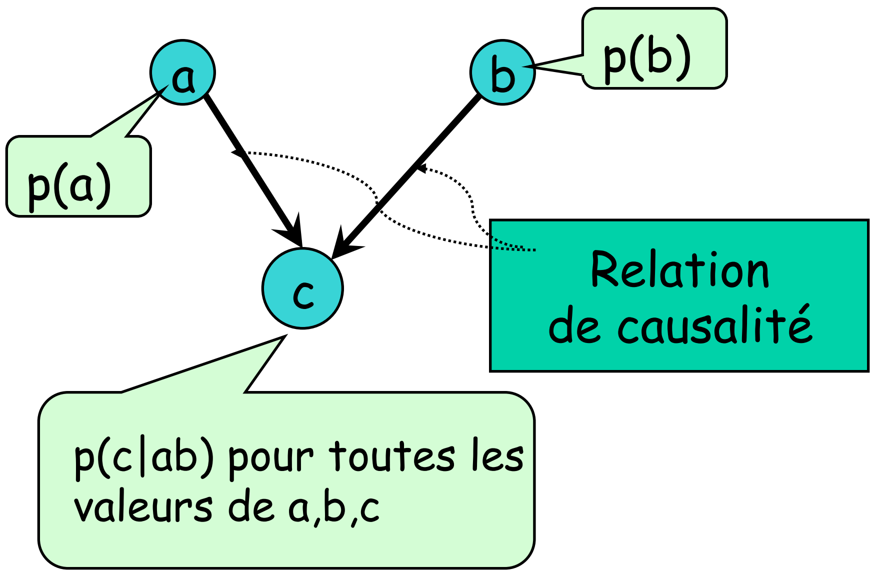
Réseau Bayésien

- Définition :

  Un réseau Bayésien est un graphe de dépendances acyclique et orienté dans le quel les nœuds représentent des variables aléatoires et les arcs traduisent des relations de causalité entre ces variables.

Réseau Bayésien

a,b,c - propositions (événts).



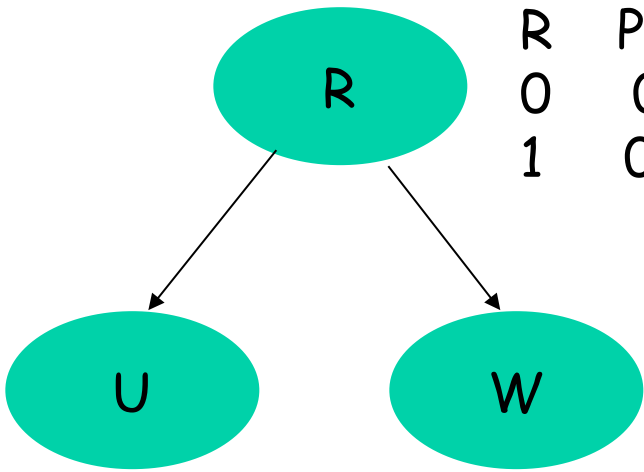
p(c) ?
p(c,a) ?

- Réseau Bayésien modélise les relations de causalité entre événements

- Un arc de a vers b représente une causalité a entraîne b

- À partir de ce graphe on peut mesurer, étant donné les probabilités des noeuds racines (p(a) et p(b) et des prob conditionnelles p(c/ab) on peut calculer la probabilité de n'importe quelle instance

Réseau Bayésien : exemple



R	P(R)
0	0.9
1	0.1

Event.: R, U, W

P(U=1 ; W=1)

R	U	P(U|R)
0	0	0.7
0	1	0.3
1	0	0.2
1	1	0.8

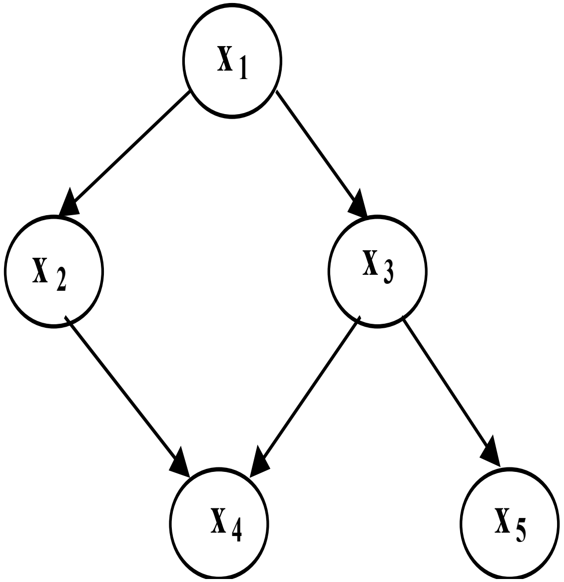
R	W	P(W|R)
0	0	0.95
0	1	0.05
1	0	0.01
1	1	0.99

Matrice de liens

Réseau Bayésien

$P(x_4) = P(x_4 | x_2, x_3)\, P(x_2 | x_1)\, P(x_3 | x_1)\, P(x_1)$

$P(x_1)$: probabilité à priori

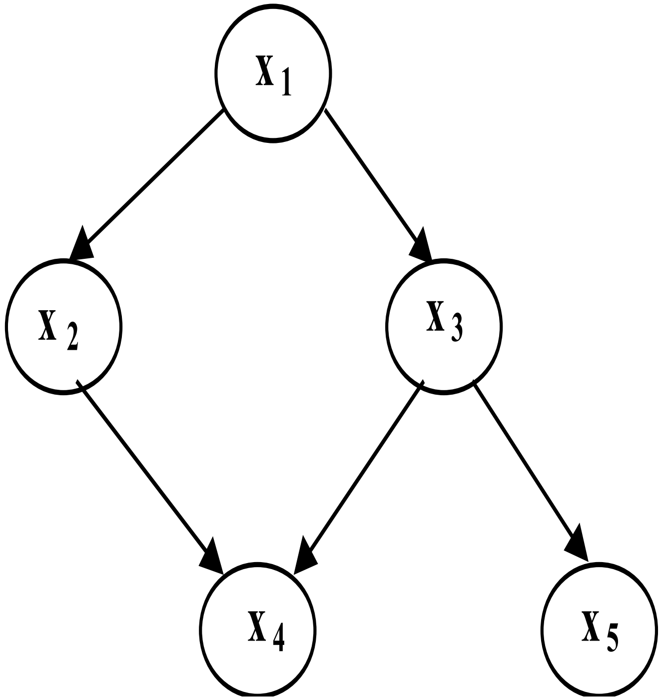


$P(x_4 \wedge x_5)$

$P(x_4 / x_5)$

Réseau Bayésien : exemple

Dans un réseau Bayésien chaque variable ne dépend que de ses parents

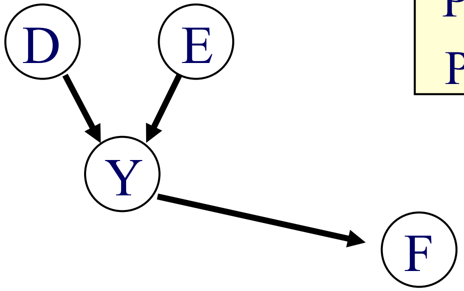


Exemple:

$$P(x_4, x_5 | x_2, x_3) = P(x_4 | x_2, x_3)\, P(x_5 | x_3)$$

Modèle de réseau Inférentiel

- Exemple

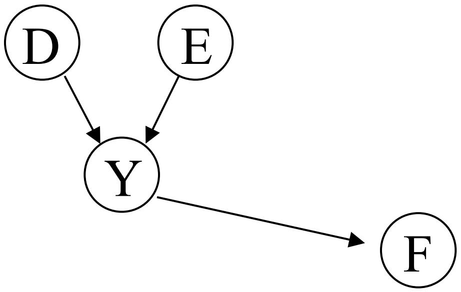


P(D)=0.8
P(E)=0.4

	DE	$D\bar{E}$	$\bar{D}E$	$\overline{DE}$
Y= Vrai	0.9	0.8	0.2	0.05
Y=Faux	0.1	0.2	0.8	0.95

P(Y=Vrai) ?

Modèle de réseau Inférentiel



$$P(Y = Vrai) = P(Y / D, E) * P(D) * P(E)$$

$$\begin{aligned} P(Y=1) = \ & P(Y=1 / D=1, E=1).P(D=1).P(E=1) \\ & + P(Y=1 / D=1, E=0).P(D=1).P(E=0) \\ & + P(Y=1 / D=0, E=1).P(D=0).P(E=1) \\ & + P(Y=1 / D=0, E=0).P(D=0).P(E=0) \end{aligned}$$

Modèle de réseau Inférentiel

- Exemple

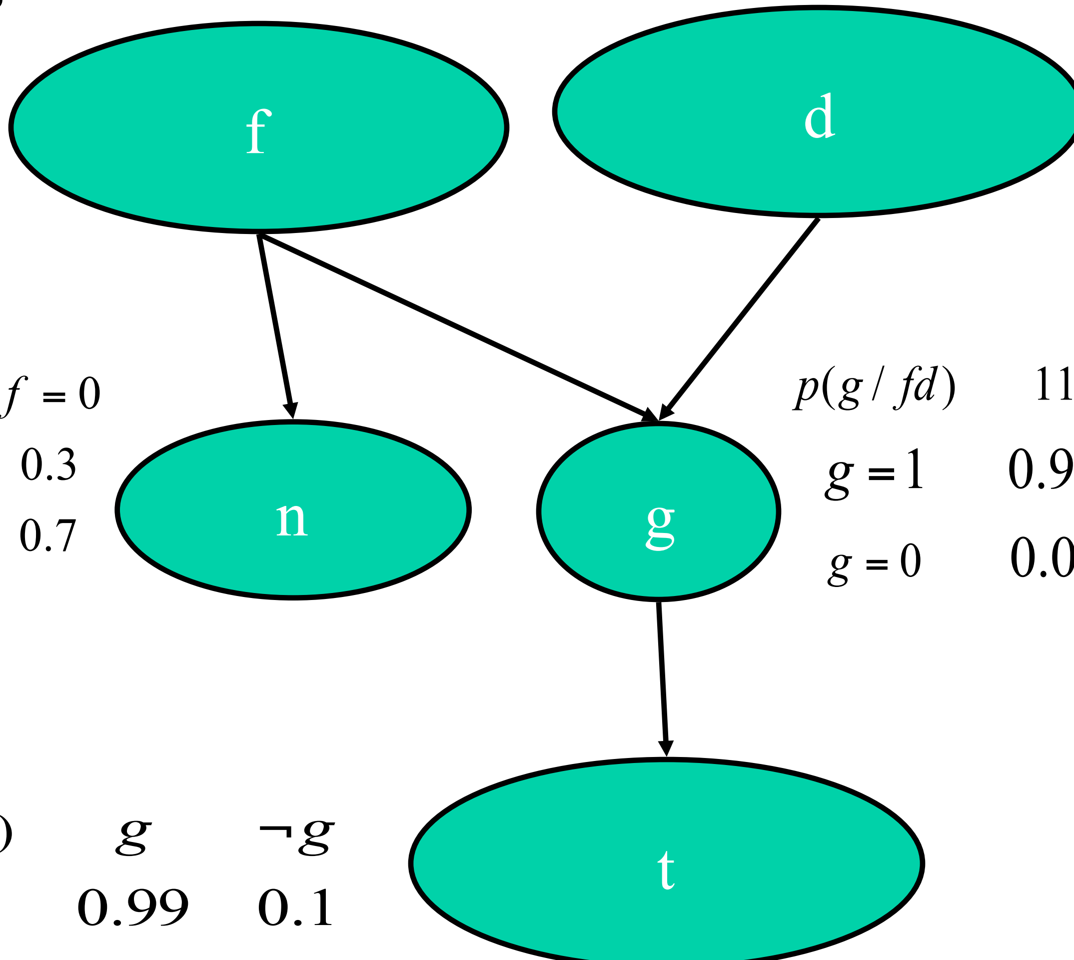
	1	0
	Y	Y
F=Vrai	0.9	0.2
F=Faux	0.1	0.8

P(F=Vrai) =

Exemple

f	0	1
$p(f)$	0.7	0.3

d	0	1
$p(d)$	0.6	0.4



$p(n/f)$	$f=1$	$f=0$
$n=1$	0.9	0.3
$n=0$	0.1	0.7

$p(g/fd)$	11	01	10	00
$g=1$	0.99	0.9	0.8	0.3
$g=0$	0.01	0.1	0.2	0.7

$p(t/g)$	g	$\neg g$
t	0.99	0.1
$\neg t$	0.01	0.9

Exemple

- Calculer la probabilité
- P(g,n) n et g vrais
- P(f/n) n vrai

Solution de l’exercice

Réseaux Bayésiens et RI

- Pourquoi les réseaux Bayésiens
  - Sachant un besoin en information (évidence), calculer la probabilité (croyance) qu'un document réponde à ce besoin
  - Modèles de RI basés sur les réseaux Bayésiens
    - Modèle inférentiel (Turtle & Croft, 1991)
    - Modèle de croyances (Ribeiro-Neto & Muntz, 1996)

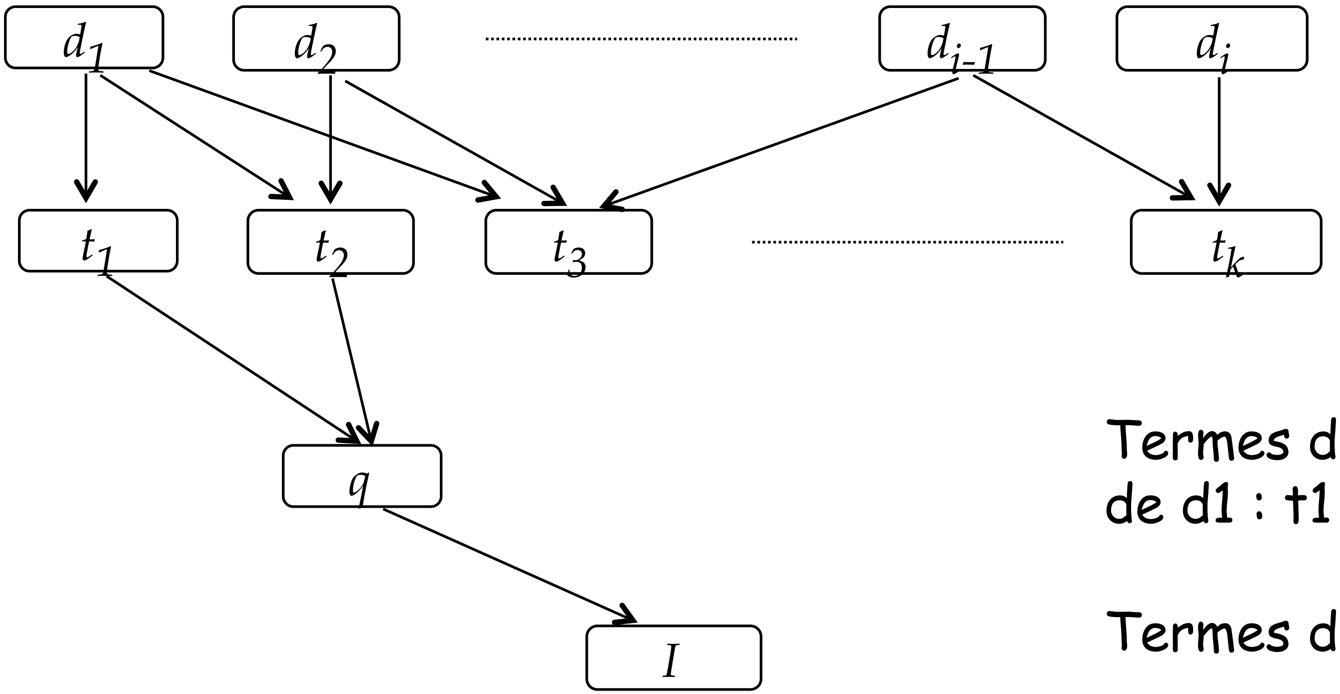
Modèle de réseau Bayésien de RI

- Les variables aléatoires représentent des documents, termes et requêtes

- La variable aléatoire associée à un événement d_j représente l'événement "observer dj"

Modèle de réseau bayésien

- liens mono-directionnels
- proba. des nœuds fils liées aux proba. des nœuds pères

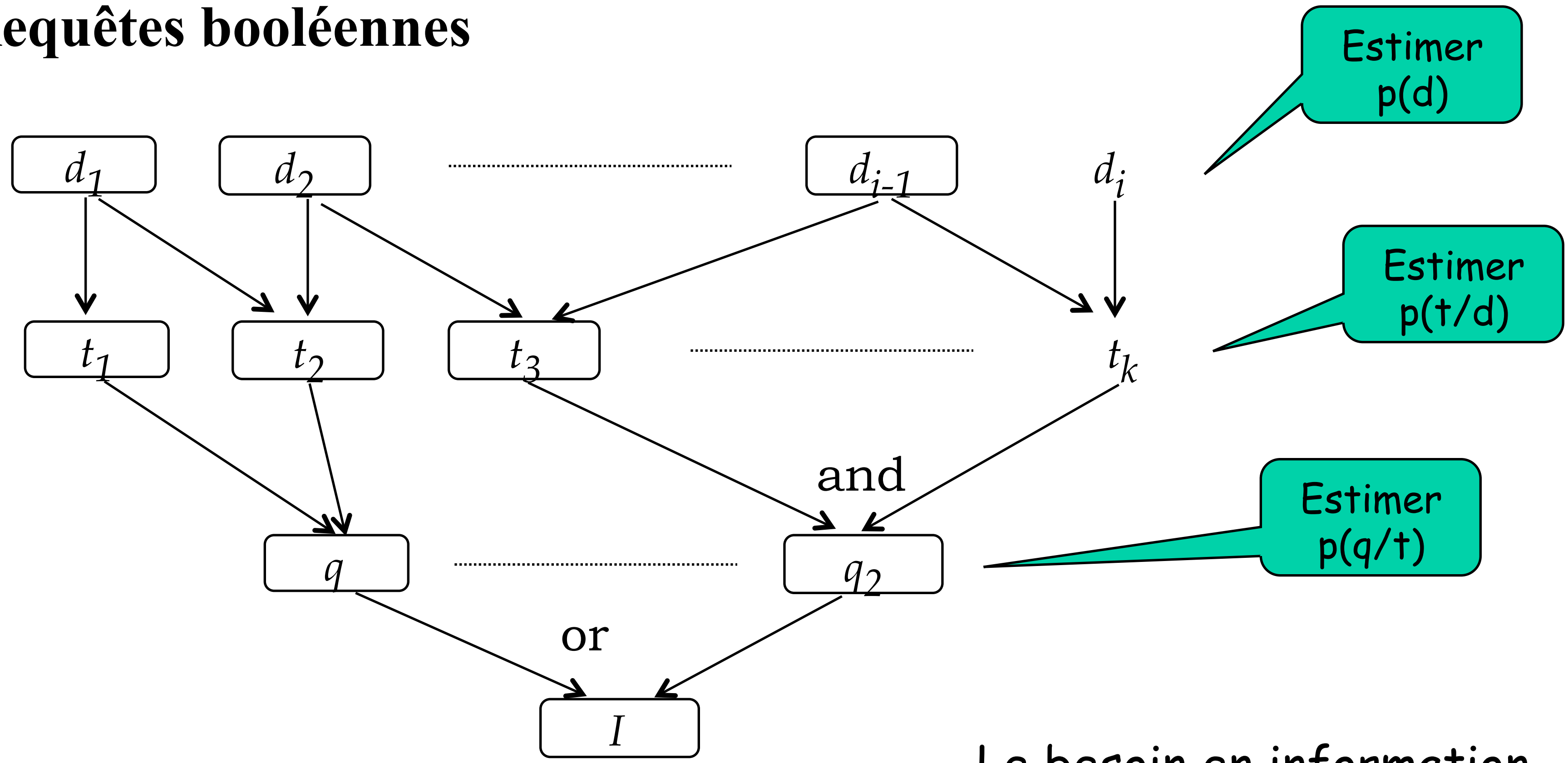


Termes d'indexation
de d1 : t1 , t2, t3

Termes de q : t1, t2

Modèle de réseau bayésien

- **Requêtes booléennes**



Le besoin en information
I=q OR q2

Modèle de réseau bayésien

Definitions:

t_i, $d_{j,}$, and q variables aléatoires.

T$=(t_1, t_2, \ldots, t_t)$ un vecteur de dimension t

$d_{j,\forall j} \in \{0, 1\}$; $\forall q \in \{0, 1\}$

La sélection de documents se fait par calcul de

RSV(q,dj)= $P(q \Lambda\ d_j)$

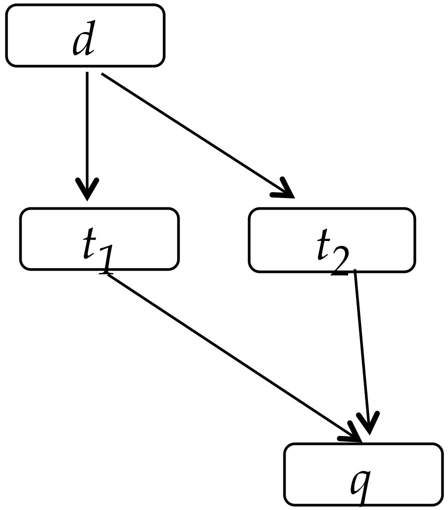
Équivaut à RSV(q,dj)= $P(q=1 \Lambda\ d_j=1)$

Modèle de réseau bayésien

$$P(q \wedge d_j) = \Sigma_{\forall T} P(q \wedge d_j)$$
$$= \Sigma_{\forall T} P(q \mid T) P(T \mid d_j) P(d_j)$$

M. Boughanem

Exemple



$$P(q=1 \wedge d=1) = \Sigma_{(t1,t2)} P(q/t1,t2).P(t1/d).\ P(t2/d).P(d)$$

$$\approx \quad P(q/t1,t2).P(t1/d).\ P(t2/d) + P(q/\neg t1,t2).P(\neg t1/d).\ P(t2/d) + P(q/t1, \neg t2).P(t1/d).\ P(\neg t2/d) + P(q/\neg t1, \neg t2).P(\neg t1/d).\ P(\neg t2/d)$$

Modèle de Croft et Turtle (Inquery)
Estimation des probabilités

- Estimation dans le modèle de turtle
  - Probabilité
    - $P(d) = 1/N$
  - $P(t|d)$ basée sur $tf \times idf$ -

    p(t/d)= = $0.5 + 0.5(ntf_{ij})(nidf_i)$

    ntf : tf normalisé ntf= (tf/ max(tf)) dans un document

    nidf : idf normalise nidf=(idf/max(idf))

  P(Q/t) : l'utilisateur peut choisir les poids qu'il veut affecter aux termes

  on peut prendre 1 si le terme est présent dans Q, 0 sinon

Modèle Inquery
Exemple

Q : “or argent cargo” :

D_1: “cargaison d’or endommagée dans un incendie”

D_2: “Envoi d’argent arrivé dans un cargo argent”

D_3: “cargaison d’or arrivé dans un cargo.”

Or=t6, argent=t10, cargo=t11

	t_1	t_2	t_3	t_4	t_5	t_6	t_7	t_8	t_9	t_{10}	t_{11}
idf	0	0.41	1.10	1.10	1.10	0.41	0	0	0.41	0.41	0.41
nidf	0	0.37	1	1	1	0.37	0	0	0.37	0.37	0.37
D1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0
D2	0.5	0.5	0	0.5	0	0	0.5	0.5	0	1	0.5
D3	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1

Inquery
Exemple

- (faire le graphe)

Inquery
Exemple

- Calcul des RSV(modifier le NON)
  - Matrice de liens pour la requête

Q	$\overline{o}\,\overline{a}\,\overline{c}$	$o\,\overline{a}\,\overline{c}$	$\overline{o}\,a\,\overline{c}$	$o\,a\,\overline{c}$	$\overline{o}\,\overline{a}\,c$	$o\,\overline{a}\,c$	$\overline{o}\,a\,c$	oac
Q=False	0.9	0.7	0.7	0.5	0.5	0.3	0.3	0.1
Q=True	0.1	0.3	0.3	0.5	0.5	0.7	0.7	0.9

  - RSV(q,d1) ?, RSV(q,D2) ?, RSV(q,d3)

Exemple emprunté de Grossman 98

FIN

Inference Network Model(Cont.)

- Construire la matrice de liens pour les termes
  - Calculer la croyance d'un terme donné (k_i)
    - Soit un document (d_j)
    - $P_{ij} = 0.5 + 0.5(ntf_{ij})(nidf_i)$
    - $P_{Or,D3} = 0.5 + 0.5\ (1)\ (0.37) = 0.685$
  - Matrice de liens

or

	$\overline{D1}\ \overline{D3}$	$\overline{D1}$ D3	D1 $\overline{D3}$
False	1	0.315	0.315
True	0	0.685	0.685

argent

	D2
False	0.315
True	0.685

cargo

	$\overline{D2}\ \overline{D3}$	$\overline{D2}$ D3	D2 $\overline{D3}$
False	1	0.315	0.408
True	0	0.685	0.592

Exemple emprunté de Grossman 98

Inference Network Model(Cont.)

- $P(or|D_1) = 0.685$, $P(argent|D_1) = 0$, $P(cargo|D_1) = 0$,

  $P(Q|D_1) = 0.1(0.315)(1)(1) + 0.3(0.685)(1)(1) + 0.3(0.315)(0)(1)$
  $+ 0.5(0.685)(0)(1) + 0.5(0.315)(1)(0) + 0.7(0.685)(1)(0)$
  $+0.7(0.315)(0)(0) + 0.9(0.685)(0)(0)$
  $= 0.237$

- $P(or|D_2) = 0$, $P(argent|D_2) = 0.685$, $P(cargo|D_2) = 0.592$,
  $P(Q|D_2) = 0.589$

- $P(or|D_3) = 0.685$, $P(argent|D_3) = 0$, $P(cargo|D_3) = 0.685$,
  $P(Q|D_3) = 0.511$

Exercices