

## Intelligence Artificielle et Traitement de l'Incertain

### Contrôle Terminal du Mercredi 14 Octobre 2020.

Le barème est donné à titre indicatif. La compréhension du sujet faisant partie de l'épreuve, **on ne répondra à aucune question**. Si vous rencontrez des ambiguïtés, vous expliquerez **sur votre copie** comment vous les interprétez.

**Durée 1h30.**

**Documents autorisés.**

## I - Réseaux bayésiens (13 points)

**Énoncé :** Anne travaille dans son bureau, lorsqu'elle reçoit un coup de téléphone de son voisin Fred lui indiquant qu'il a entendu l'alarme du domicile d'Anne.

Croyant à un cambriolage, Anne décide de rentrer rapidement chez elle. En écoutant la radio dans sa voiture, elle apprend qu'un léger tremblement de terre vient de se produire dans la région. Sachant qu'un tremblement de terre peut déclencher l'alarme, Anne est rassurée et retourne à son bureau.

**Il s'agit de formaliser le raisonnement d'Anne.**

**Variables :** On propose d'utiliser les 5 variables binaires suivantes :

VARIABLE	valeurs	signification
$C$	$c, nc$	il y a eu un cambriolage ou pas
$T$	$t, nt$	il y a eu un tremblement de terre ou pas
$A$	$a, na$	l'alarme s'est déclenchée ou pas
$R$	$r, nr$	la radio informe d'un tremblement de terre ou pas
$F$	$d, nd$	Fred dit qu'il a entendu l'alarme ou pas

On donne les probabilités suivantes :

$$\begin{aligned}
 P(c) &= 0.1 & P(t) &= 0.01 & P(a|c,t) &= 1 & P(a|c,nt) &= 0.95 \\
 P(a|nc,t) &= 0.95 & P(a|nc,nt) &= 0.05 & P(r|t) &= 0.95 & P(r|nt) &= 0.01 \\
 P(d|a) &= 0.9 & P(d|na) &= 0.3
 \end{aligned}$$

- 1) **(2 pts)** Construire un réseau bayésien RB (graphe + tables) correspondant à l'énoncé et aux données ci-dessus.
- 2) **(5 pts)**
  - (a) Proposer un arbre de groupes de jonction qui représente RB. Cet arbre sera utilisé dans les questions suivantes.
  - (b) Déterminer la table de probabilités  $P(A)$ , *détaillez votre raisonnement et donnez le résultat final avec 2 décimales.*
- 3) **(4 pts)** *Pour cette question vous détaillerez votre méthode et vous donnerez le résultat final avec 2 décimales, vous pouvez éviter les calculs des cases inutiles des tables.* Traiter la prise en compte de l'évidence (notée  $e_1$ ), correspondant à l'annonce par Fred qu'il a entendu l'alarme, afin d'obtenir :
  - (a) la valeur de  $P(A = a|e_1)$
  - (b) puis celle de  $P(C = c|e_1)$
- 4) **(2 pts)** Soit  $e_2$  la seconde évidence correspondant à l'information par la radio d'un tremblement de terre. Comment va se situer  $P(C = c|e_1, e_2)$  par rapport à  $P(C = a|e_1)$ . Justifier votre réponse. *On ne demande aucun calcul.*

## II - Raisonnement en logique possibiliste (7 points)

⚠ Les deux exercices sont indépendants.

### A) Raisonnement avec les axiomes possibilistes (2 pts)

On dispose des connaissances suivantes :

*Il est presque certain qu'un tremblement de terre sera annoncé à la radio. Lorsqu'une alarme se déclenche, il est possible que ce soit dû à un tremblement de terre.*

Ces connaissances sont traduites en logique possibiliste par les assertions :

$$A1 \quad N(T \rightarrow R) \geq 0.8.$$

$$A2 \quad \Pi(A \rightarrow T) \geq 0.4,$$

Une source nous permet d'avoir quelque certitude (au moins au degré 0.8) sur le fait que l'alarme s'est déclenchée. *En justifiant chaque étape du raisonnement par le nom des axiomes sur les mesures de nécessité ou possibilité utilisés*, donner une information sur la possibilité ou la nécessité de

1. la présence d'un tremblement de terre ?
2. l'annonce d'un tremblement de terre à la radio ?

### B) Résolution possibiliste (5 points)

- Si l'alarme s'est déclenchée alors Fred le dira certainement (avec une certitude au moins au degré 0.9).
- Il est quasi certain qu'un tremblement de terre déclenche une alarme (degré 0.9)
- Il est peu certain que Fred ait dit que l'alarme s'est déclenchée alors que ce n'est pas le cas (degré 0.5 seulement).
- Il est presque certain qu'un tremblement de terre sera annoncé à la radio (degré au moins 0.8).
- Il est assez certain (au moins au degré 0.7) qu'un cambrioleur déclenche une alarme.
- On est sûr qu'il y a un tremblement de terre (certitude 1).

- 1) **(1 pt)** En utilisant les variables C, T, A, R, F avec les mêmes significations que précédemment, écrire les connaissances sous la forme d'une base de clauses possibilistes BP (numérotez les clauses).
- 2) **(1 pt)** Déterminez le degré d'inconsistance de BP.
- 3) **(3 pts)** Pour chaque variable (C, T, A, R et F), peut-on conclure quelque chose la concernant ou concernant sa négation, si oui avec quelle certitude ? *Vous détaillerez les résolutions effectuées.*