Initialisation des profils théoriques (calcul des PT_n)

Pour chaque niveau demander à l'expert pédagogique de noter la difficulté du niveau sur une échelle à 5 valeurs (1 ⇔ Très facile … 5 ⇔ Très difficile). Cette valeur est interprétée de façon à répondre à la question : « Quelle est la proportion de succès attendue lors de la réalisation d'un niveau sachant que le joueur maîtrise toutes les compétences du niveau considéré ? ».

Dans la suite la valeur indiquée dans cette échelle est notée « $diff_n$ » pour « difficulté du niveau n » et peut prendre les valeurs suivantes (voir les perspectives pour d'autres pistes d'initialisation de $diff_n$) :

Tableau 1 : Etalonner la difficulté d'un niveau

Niveau de difficulté	$diff_n$
Très facile	0.9
Facile	0.7
Moyen	0.5
Difficile	0.3
Très difficile	0.1

Autrement dit, on considère que pour un niveau très facile on s'attend à ce que sur l'ensemble des actions le taux de succès soit au minimum de 90% (le taux de succès et d'échec de chaque action labellisée est défini dans le Tableau 3). Si tel est le cas, on considèrera que les compétences adressées dans le niveau n sont maîtrisées.

A partir du $diff_n$ déterminé pour chaque niveau, on va calculer le ε qui représente $P(\bar{C}_i|C_i)$ à savoir la probabilité que le joueur ne mobilise pas la compétence C_i sachant qu'il la maîtrise. Théoriquement on doit donc avoir un ε pour chaque compétence travaillée dans le niveau. Pour simplifier le problème on considère que ε est identique quel que soit la compétence.

> **Remarque 1 :** cette simplification, qui consiste à considérer que la valeur de ε est la même quelle que soit la compétence, est critiquable dans le sens où on suppose une symétrie entre les compétences. Ce choix a été fait car il ne nous semblait pas raisonnable de demander à l'expert d'exprimer pour chaque niveau l'influence de chaque compétence sur la résolution du problème.

On souhaite maintenant initialiser la table des PT_n (Profils théoriques du niveau de jeu n en fonction des compétences maîtrisées). Dans notre cas, un PT_n est composé d'une partie S (Succès) et d'une partie E (Echec). La valeur de chaque S et E dépend du nombre de compétences maîtrisées dans le niveau.

- $S = (1-\varepsilon)^{nbC=1} \times \varepsilon^{nbC=0}$
  où $nbC = 1$ ⇔ nombre de compétences maîtrisées dans le niveau et $nbC = 0$ ⇔ nombre de compétences non maîtrisées dans le niveau.
- $E = 1 - S$

Exemple pour un niveau fictif travaillant 2 compétences, les valeurs de S et E seraient calculées de la manière suivante :

Tableau 2 : Exemple de remplissage de PT_n

C1	C2	S	E
0	0	ε^2	$1-\varepsilon^2$
0	1	$(1-\varepsilon)^1 \times \varepsilon^1$	$1-((1-\varepsilon)^1 \times \varepsilon^1)$
1	0	$(1-\varepsilon)^1 \times \varepsilon^1$	$1-((1-\varepsilon)^1 \times \varepsilon^1)$
1	1	$(1-\varepsilon)^2$	$1-(1-\varepsilon)^2$

A noter que la formule $(1-\varepsilon)^2$ correspond au taux de succès alors que l'on maîtrise toutes les compétences. Cette valeur est équivalente au $diff_n$ étalonné indirectement par l'expert. On peut donc en déduire que :

$$(1-\varepsilon)^{nbC} = diff_n$$

$$\Leftrightarrow 1-\varepsilon = \sqrt[nbC]{diff_n}$$

$$\Leftrightarrow 1-\sqrt[nbC]{diff_n} = \varepsilon$$

On peut donc calculer ε en fonction du nombre de compétences travaillées dans le niveau (nbC) et du taux de succès attendu en fonction de la difficulté d'un niveau n ($diff_n$).

Une fois ε étalonné pour le niveau n, on peut calculer l'ensemble des PT_n.

Calcul du score du joueur (R_{jn})

Pour chaque label l on définit un taux de succès $S(l)$, un taux d'échec $E(l)$ et un coefficient $Coeff(l)$. Le coefficient est utilisé pour pondérer le poids de chaque label et sert notamment à limiter l'influence des labels de type « pseudo » sur les autres.

Tableau 3 : Ventilation de chaque label en termes de succès et d'échec

Labels	$S(l)$	$E(l)$	$Coeff(l)$
Correct	1	0	2
Pseudo correct	1	0	1
Saut avant	0.9	0.1	2
Rattrapage	0.8	0.2	2
Pseudo rattrapage	0.8	0.2	1
Reprise	0.7	0.3	2
Pseudo rapprochement	0.7	0.3	1
Saut arrière	0.6	0.4	2
Saut de branche	0.5	0.5	2
Inutile / Annulation	0.4	0.6	2
Pseudo inutile	0.4	0.6	1
~~Rallonge~~	~~0.3~~	~~0.7~~	~~2~~
Pseudo éloignement~~/rallonge~~	0.3	0.7	1
Trop tôt / Trop tard / Insérée / Autre branche	0.2	0.8	2
Erronée	0	1	2
Pseudo erronée	0	1	1
Niveau non terminé	0	1	4
~~Dans puits~~Indéterminée	0	0	0

A partir des traces du joueur j sur un niveau n ($nbTraces_{jn}$), on va estimer ses succès (S_{jn}) et ses échecs (E_{jn}) en fonction du poids associé à chaque label l tel que défini dans la table ci-dessus. On note la fonction $getLabel(t)$ qui renvoie l'un des labels définis ci-dessus en fonction de l'élément de trace t passé en paramètre.

$$S_{jn} = \frac{\sum_{t=0}^{nbTraces_{jn}} S(getLabel(t)) \times Coeff(getLabel(t))}{\sum_{t=0}^{nbTraces_{jn}} Coeff(getLabel(t))}$$

Une dernière heuristique est prise en compte à savoir la longueur du parcours du joueur par rapport aux parcours experts. Il convient donc de rechercher pour le niveau n la solution experte e (notée $nbTraces_{en}$) la plus proche de la solution du joueur.

$$S_{jn} = S_{jn} \times \frac{nbTraces_{en}}{nbTraces_{jn}}$$

$$E_{jn} = 1 - S_{jn}$$

On peut donc exprimer R_{jn} comme le résultat estimé en terme de succès/erreurs pour le joueur j sur le niveau n comme :

$$R_{jn} = \{S_{jn}, E_{jn}\}$$

Conclusion

Il ne reste plus qu'à utiliser R_{jn} et PT_n pour alimenter le modèle probabiliste via les outils de Vicky.

> **Remarque 2 :** l'outil qui calcule et propage les probabilités dans le réseau bayésien nécessite des valeurs initiales sur chacune des compétences (avant d'analyser les observations, i.e. les traces). Ces valeurs initiales permettent de prendre en considération les acquis supposés des apprenants et elles peuvent être déterminées en exploitant des informations qu'on a sur les apprenants. Par exemple, on pourrait paramétrer l'initialisation pour des élèves qui ont déjà fait un TP sur les changements d'état de l'eau en augmentant dès l'initialisation notre croyance sur la maîtrise des compétences abordées dans ce TP. Cette croyance serait différente pour des élèves jouant au jeu au démarrage du chapitre sur les changements d'état de l'eau (élèves naïfs). Donc les valeurs a priori dépendent de ces informations. Dans les deux cas la croyance indiquée ne doit être ni trop forte ni trop faible pour éviter tout risque « d'écraser » la probabilité et de rendre ainsi une compétence insensible aux actions futures du joueur (la trace). Dans notre cas, Vicky va initialiser ces valeurs à 50% pour chacune des compétences pour signifier qu'on n'a pas de connaissance à priori sur les connaissances du joueur et qu'on restera sensible aux futures actions du joueur.

Perspectives

Concernant l'étalonnage du Tableau 1 nous avons choisi dans un premier temps de répartir sur sept valeurs (seulement les cinq intermédiaires sont prises en compte pour exclure les bornes min et max) la difficulté de manière linéaire entre 0 et 1. Ces choix peuvent être contestés notamment en deux points : pourquoi avoir 5 valeurs significatives de la difficulté ? Est-il raisonnable de considérer que pour un niveau difficile seul 30% de succès est attendu pour considérer que le joueur maîtrise toutes les compétences ? Une solution alternative serait de proposer une ~~courbe~~ focntion permettant de déterminer l'exigence minimale attendue (en termes de succès) en fonction de la difficulté. On pourrait alors être indépendant de la granularité de l'échelle de difficulté et déterminer pour une difficulté quelconque (comprise entre BORNE_MIN et BORNE_MAX) l'exigence minimale attendue. Pour déterminer cette ~~courbe~~fonction, trois points sont nécessaires. Deux peuvent être fixés, BORNE_MIN pour laquelle le taux de succès serait maximal (1) et BORNE_MAX pour laquelle le taux de succès serait minimal (0). Resterait à déterminer une valeur intermédiaire pour construire l'équation de la courbe. Une solution consisterait à demander à l'expert l'exigence minimale attendu pour un niveau intermédiaire.

Les trois points étant connus on peut par exemple utiliser un polynôme d'interpolation de Lagrange pour identifier le polynôme passant par ces trois points ou résoudre un système de trois équations à trois inconnu pour déterminer les paramètres a, b et c d'une fonction inverse du type : $f(x) = \frac{a}{x+b} + c$ (d'autres types de fonctions sont peut~~-~~-être à étudier).

- L'inconvénient du polynôme de Lagrange c'est qu'avec seulement 3 points il est possible d'avoir avec $x \subset [BORNE\_MIN, BORNE\_MAX]$ des valeurs de f(x) < 0 ou > 1. Pour contraindre les valeurs de f(x) dans l'intervalle [0, 1] il est nécessaire d'intégrer deux nouveaux points que l'on pourrait prendre comme symétriques de la valeur intermédiaire par rapports aux bornes min et max (c'est deux point seraient donc calculables automatiquement). L'avantage de cette solution est que dans le cas particulier ou la valeur intermédiaire est égale à 0.5 on retrouve une fonction linéaire telle que proposée initialement (voir à cette adresse pour tester des valeurs : http://homeomath.imingo.net/lagrange.htm).
- L'avantage de la fonction inverse est que seuls les trois points définis permettent de borner f(x) dans l'intervalle [0, 1]. L'inconvénient est que dans le cas particulier d'une valeur intermédiaire égale à 0.5, la fonction n'est pas définie… Il faudrait donc traiter ce cas particulier à part.