

Représentation de Connaissances

Introduction à l'intelligence artificielle

BOUSSEBOUGH Imane

Faculté NTICs

`Imane.Boussebough@univ-constantine2.dz`

Représentation de Connaissances

Chapitre 2 : Systèmes à base de règles

BOUSSEBOUGH Imane

Faculté NTICs

`Imane.boussebough@univ-constantine2.dz`

Etudiants concernés

Faculté/Institut	Département	Niveau	Spécialité
Nouvelles technologies	IFA	Master I	STIC

Objectifs du cours

- Introduire quelques concepts d'intelligence artificielle
- Présenter la notion de connaissances en intelligence artificielle
- Présenter la notion de raisonnement sur la connaissance

Système à base de connaissances(Principe)

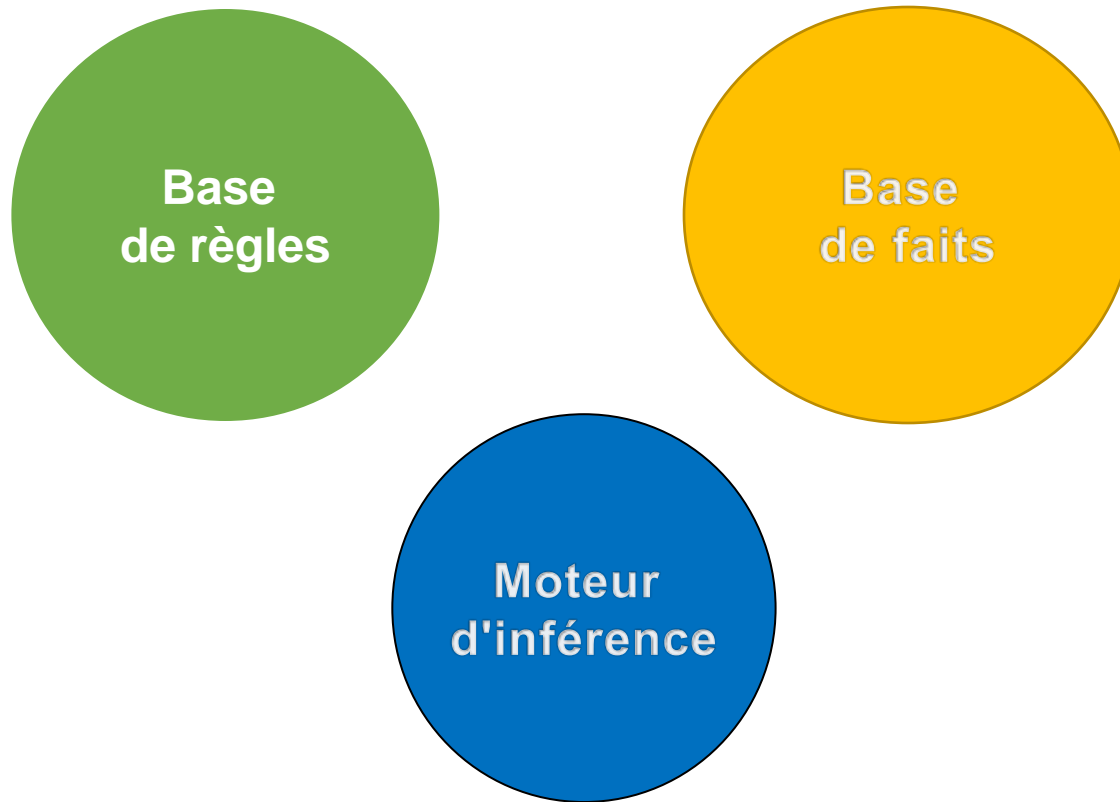
- **But :**

- Modélisation d'un expert humain
- Tâche de résolution d'un pbme
- Explications sur les raisonnements

- **Composition :**

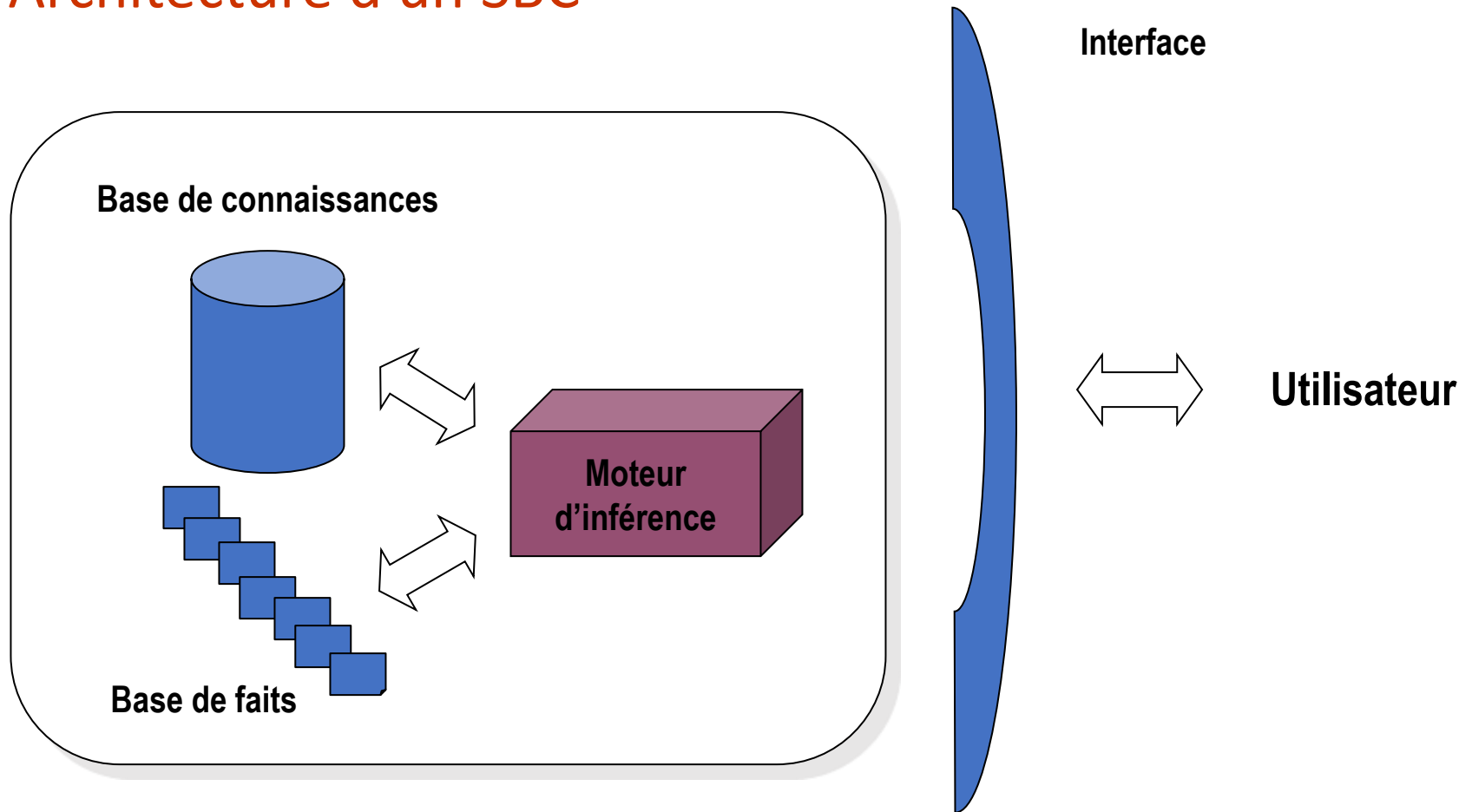
- Base de connaissances = Bases de règles + Base de faits
- Moteur d'inférence

Système à base de connaissance

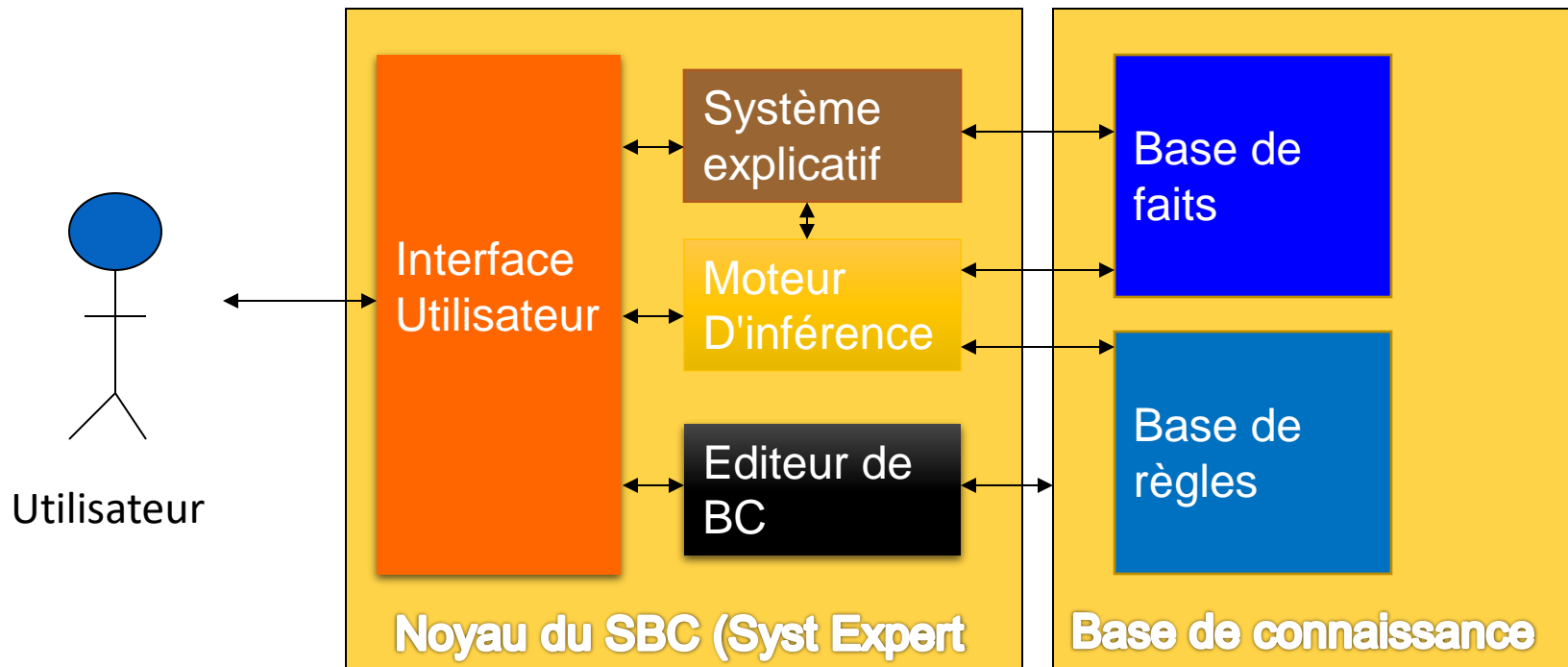


Systeme à base de connaissance

- Architecture d'un SBC



Système à base de règles



Participants au développement

- Un ou plusieurs experts du domaine, capable(s) et intéressé(s) à formaliser les procédures d'analyse et de prise de décisions.
- Un ou plusieurs "ingénieurs de la connaissance", capable(s) et intéressé(s) à formaliser les connaissances sous forme d'un système expert.

Différents rôles

- **Informaticien**

- construction du moteur d'inférence et de l'interface utilisateur

- **Ingénieur de la connaissance (cogniticien)**

- consultation des experts du domaine
- design, construction et débogage de la BDC

- **Experts du domaine**

- connaissance « sémantique » du domaine en terme de relation entre faits et événement (pas de connaissance procédurale)

- **Utilisateur**

- Information sur le problème individuel à résoudre mais pas sur le domaine (il ne connaît pas quelles informations sont utiles)

Faits

- Un « fait » est un élément de type déclaratif et qui constitue un atome de la connaissance. C'est élément de connaissance élémentaire, « indivisible » ou atomique.
- Exemple : dans le domaine médical,
 - Base de faits = liste de symptômes en début de session et un diagnostic lorsque celle-ci se terminera.

- Le type d'un fait
 - les faits élémentaires sont :
 - booléens : vrai, faux
 - symboliques : c'est-à-dire appartenant à un domaine fini de symboles
 - réels : pour représenter les faits continus.

Par exemple, *actif* est un fait booléen, *profession* est un fait symbolique et *rémunération* est un fait réel.

- Exemple 1 :
 - « il y'a un vent dominant qui vient de la mer »
 - C'est un fait en logique des propositions qui est soit vrai, soit faux
 - C'est un simple élément d'un ensemble

- Exemple 2 :
 - « X est le prix du pétrole » ou « X est le père de Y »
 - Sont également des faits avec des variables dans leur expression
 - Ce sont des faits d'ordre 1, qui peuvent être réécrits autrement :
Prix_du_pétrole(X) ,
père(X, Y)

- Exemple 3:
 - Âge est 6
 - Fièvre est 40°
 - Germe X
 - Sexe féminin

Règles

- Une règle est une connaissance qui organise quelques faits entre eux :
 - Une partie de faits sont regroupés en un ensemble appelé hypothèses ou **prémisses** et le restant est appelé déduction ou **conclusion**.

Règles

- Exemples :

- SI (le ciel est bleu) ET (il n'y a pas de vent)
ALORS (il fait beau)
 - prémisses : {« le ciel est bleu », « il n'y a pas de vent »}
 - conclusion : {« il fait beau »}
- SI (X est le père de Y) ET (Y est le père de Z)
ALORS (X est le grand-père de Z)
- Dans un système d'ordre 1, on pourra trouver :
 - $\exists X$ maladie(X) et $X \neq$ grippe
 - et symptome(X) = forteFievre

La base de règles

- Une règle est de la forme :

Si <conjonction de conditions> alors <conclusion>

où les conclusions sont de la forme :

<Fait> = <valeur>.

La base de règles

- Une base de règles est un ensemble de règles et sa signification logique est la conjonction de la signification logique de chacune des règles.

- si A ou B alors C

ou

- si A alors B et C

Il n'en est par contre pas de même de

- si A alors B ou C

Système à base de connaissance

Règles: représentent des formes de connaissances variées :

Relation

- **Si** batterie morte
- **alors** l'auto ne démarrera pas

Recommandation

- **Si** l'auto ne démarre pas
- **alors** prendre un taxi

Directive

- **Si** l'auto ne démarre pas **et** le système d'alimentation en essence est ok
- **alors** vérifier le système électrique

Stratégie

- **Si** l'auto ne démarre pas
- **alors** vérifier le système d'alim. en essence puis le système électrique

Heuristique

- **Si** l'auto ne démarre pas **et** l'auto est une Ford
- **alors** vérifier le radiateur

Système à base de connaissance

- Méta-règles

- Traduisent une connaissance sur l'utilisation et le contrôle de la connaissance du domaine.
- Disent comment utiliser les autres règles.

Exemple.

***SI** auto ne démarre pas **ET** système électrique normal*

***ALORS** exploiter les règles concernant le système d'alim.
en ess.*

Système à base de connaissance

- On trouve par exemple dans MYCIN la métarègle suivante :

SI le patient est un hôte à risque **ET** **S'**il existe des règles mentionnant des pseudo-monias dans une prémisse **ET** **S'**il existe des règles mentionnant des klebsiellas dans une prémisse

ALORS il est probable qu'il faille utiliser les premières avant les secondes

Moteurs d'inférence

Cycle du moteur d'inférence :

Phase de
sélection

Phase de
filtrage

Phase de
résolution de
conflits

Phase
d'exécution

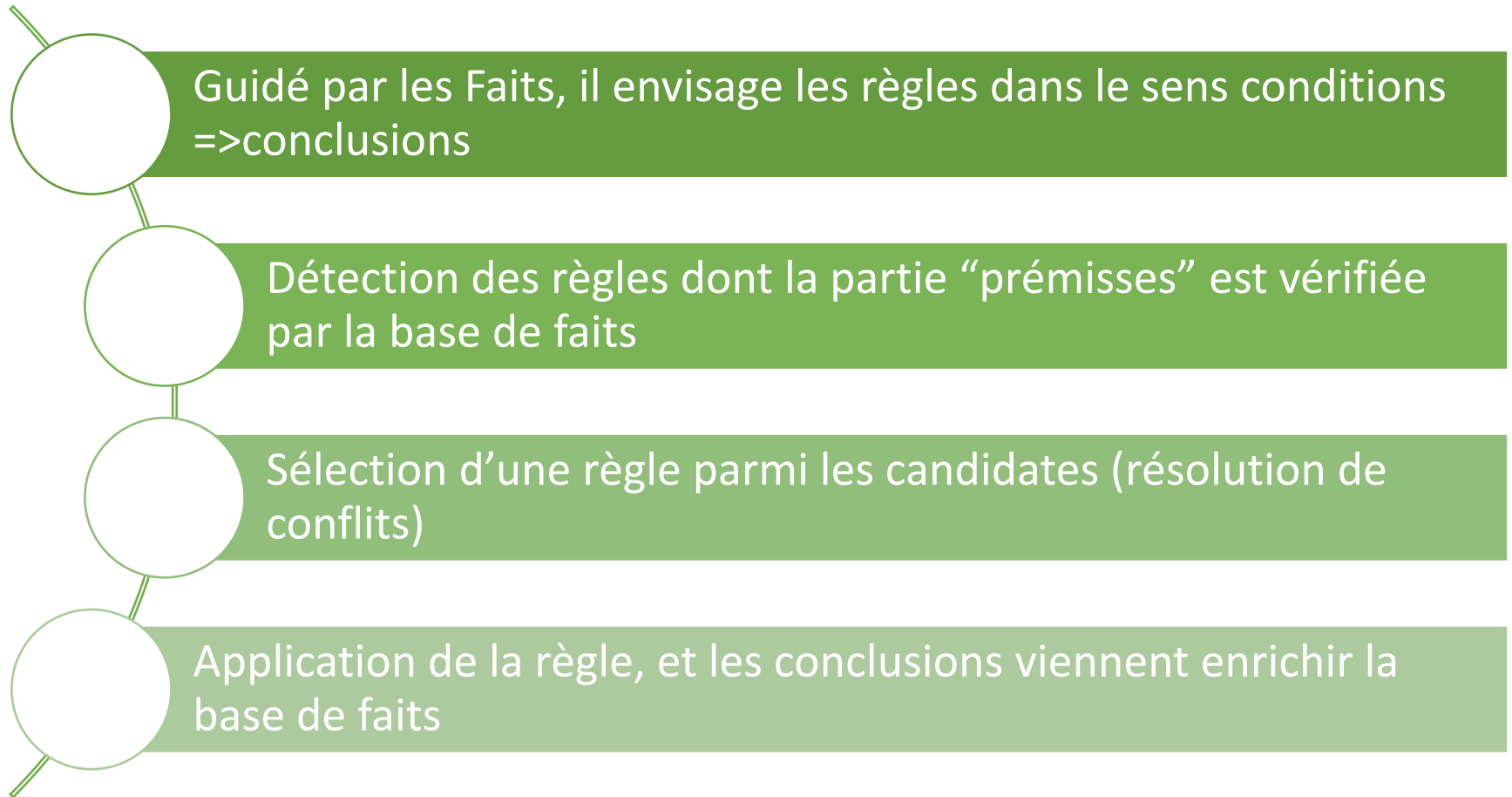
Modes de raisonnement :

Chaînage
avant (Faits)

Chaînage
arrière (but)

Chaînage
mixte

Le raisonnement : chaînage avant



Chaînage avant (Principe)

Saisie des faits initiaux

Début

- Phase de filtrage => Détermination des règles applicables
- Tant que ensemble de règles applicables n'est pas vide ET que le problème n'est pas résolu Faire
 - Phase de choix => Résolution des conflits
 - Appliquer la règle choisie (exécution)
 - Modifier (éventuellement) l'ensemble des règles applicables
- Fin faire

Fin

Exemple : les règles

- REGLE r1

SI animal vole ET animal pond des oeufs
ALORS animal est un oiseau

- REGLE r2

SI animal a des plumes
ALORS animal est un oiseau

- REGLE r3

SI animal est un oiseau ET animal a un long cou ET
animal a de longues pattes

ALORS animal est une autruche

Exemple : les faits

- **F1 : animal a des plumes**
- **F2 : animal a un long cou**
- **F3 : animal a de longues pattes**

Chaînage arrière

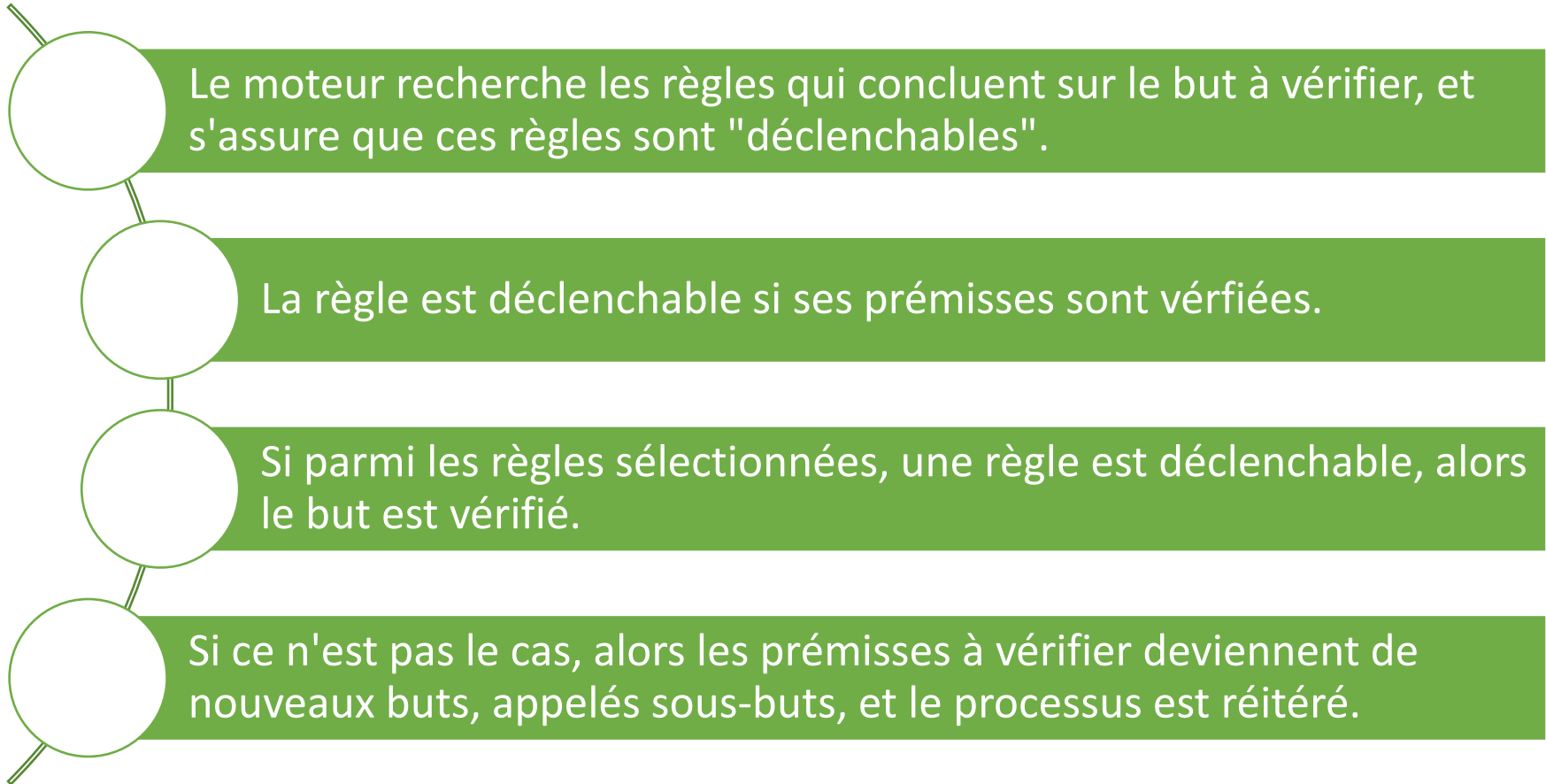
Raisonnement guidé par un but,

il utilise les règles dans le sens conclusions->conditions :
réduction du problème

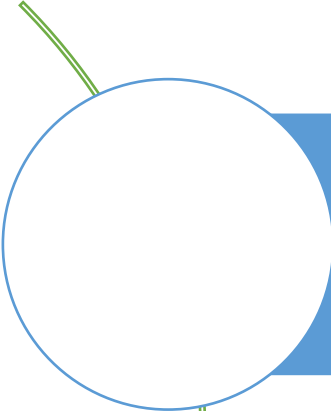
Détection des règles qui concluent sur le but recherché

Considérer les prémisses comme de nouveaux sous buts à atteindre.

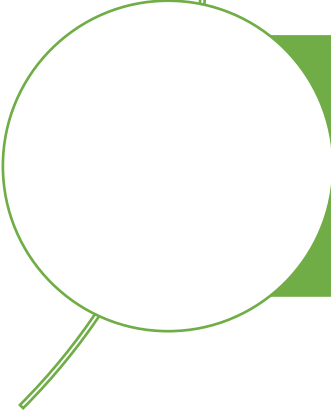
Chaînage arrière (Principe)



Chaînage arrière (conditions d'arrêt)



L'ensemble des sous-buts est vide (succès) = tous les sous-buts ont été vérifiés et le problème est résolu

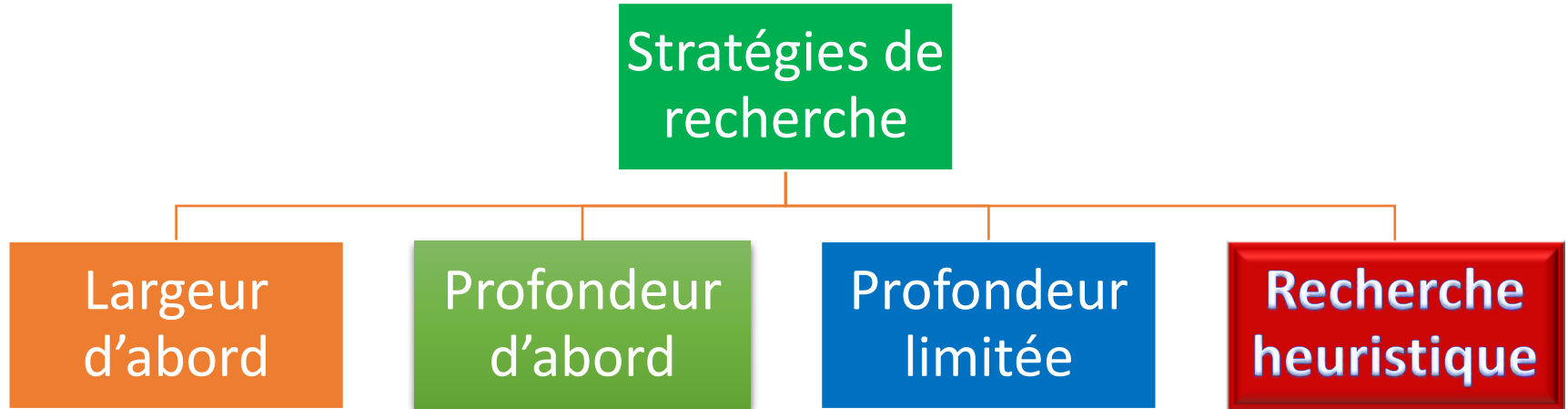


Impasse ou échec : Soit un des sous - buts n'est pas vérifiable avec la règle courante et il faut choisir une nouvelle règle pour le vérifier, et si cela n'est pas possible, alors il y a échec.

Chaînage arrière (Alg)

- Phase de filtrage
- Si l'ensemble des règles sélectionnées est vide Alors questionner l'utilisateur
- Sinon
 - Tant que le but n'est pas résolu ET qu'il reste des règles sélectionnées Faire
 - Phase de choix
 - Ajouter les sous-buts (partie gauche de la règle choisie)
 - Si un sous-but n'est pas résolu Alors mettre le sous-but en but à résoudre
 - Fin faire

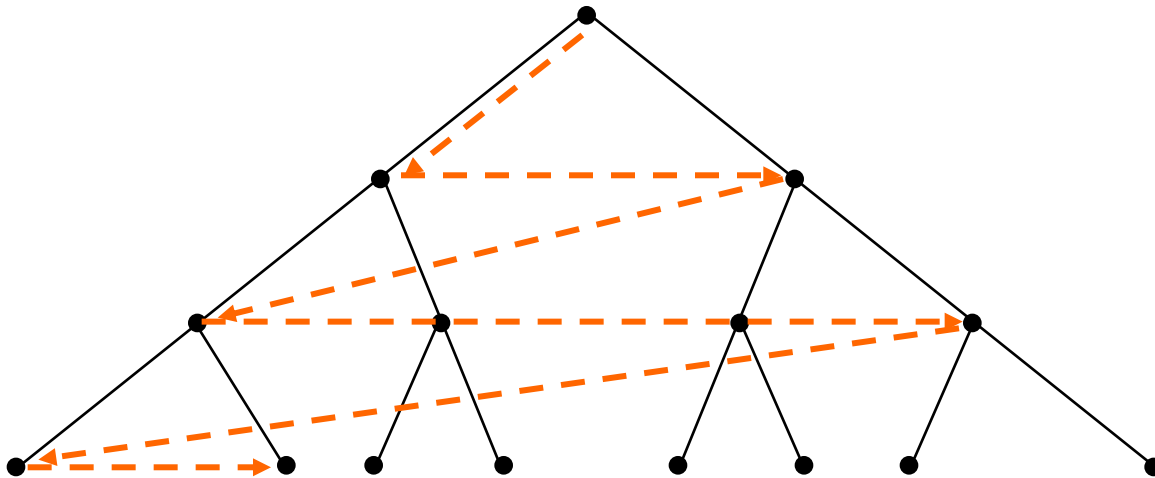
Phase de sélection



Largeur d'abord

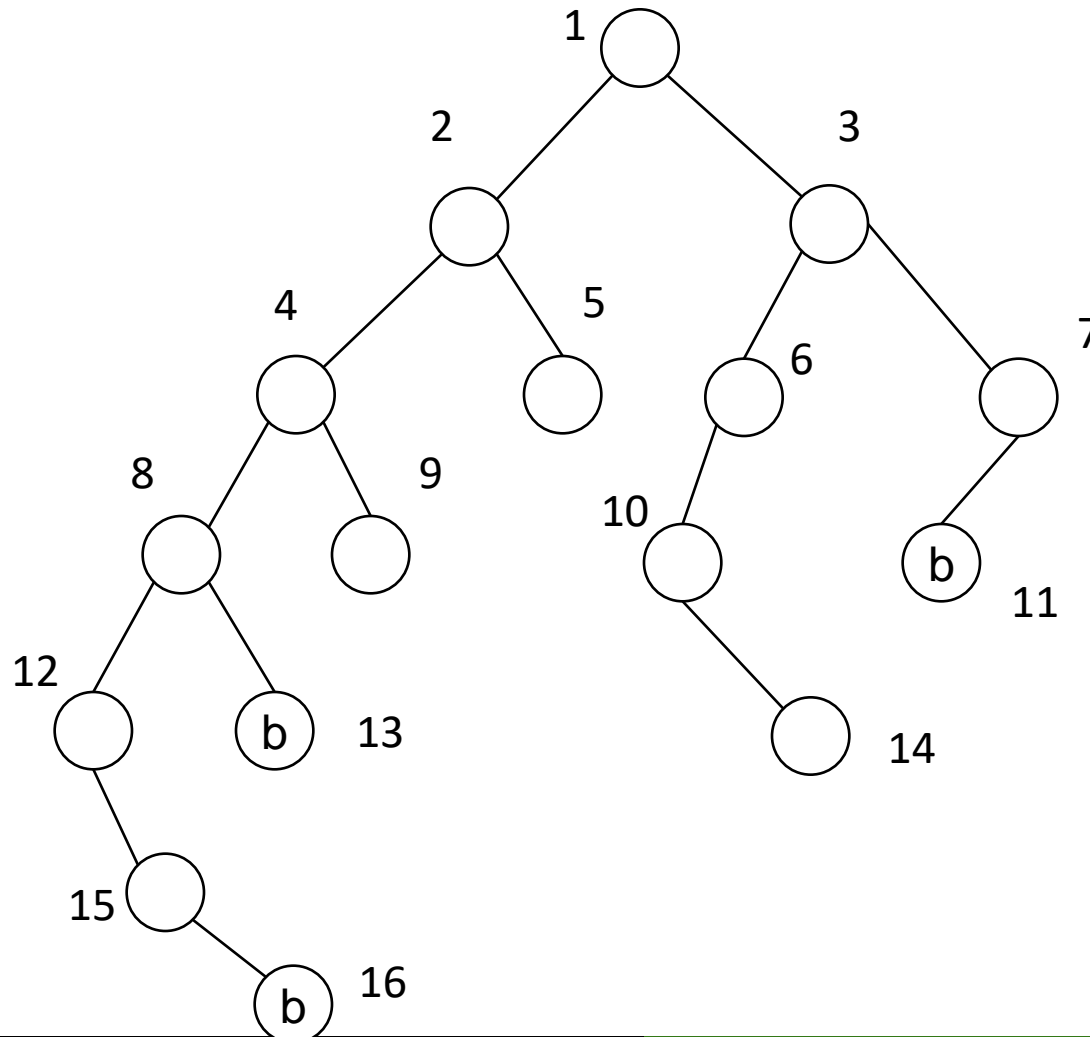
- On parcourt à l'horizontal un niveau de l'arbre de décision avant d'aller au suivant
- On commence par explorer toutes les possibilités présentes avant d'entrer dans les détails

Largeur d'abord (suite)



- Avantages :
 - Atteint toujours son but
 - Si une solution existe, c'est le chemin le + court en terme de nœuds
- Inconvénient :
 - Pas très efficace

Largeur d'abord (suite)

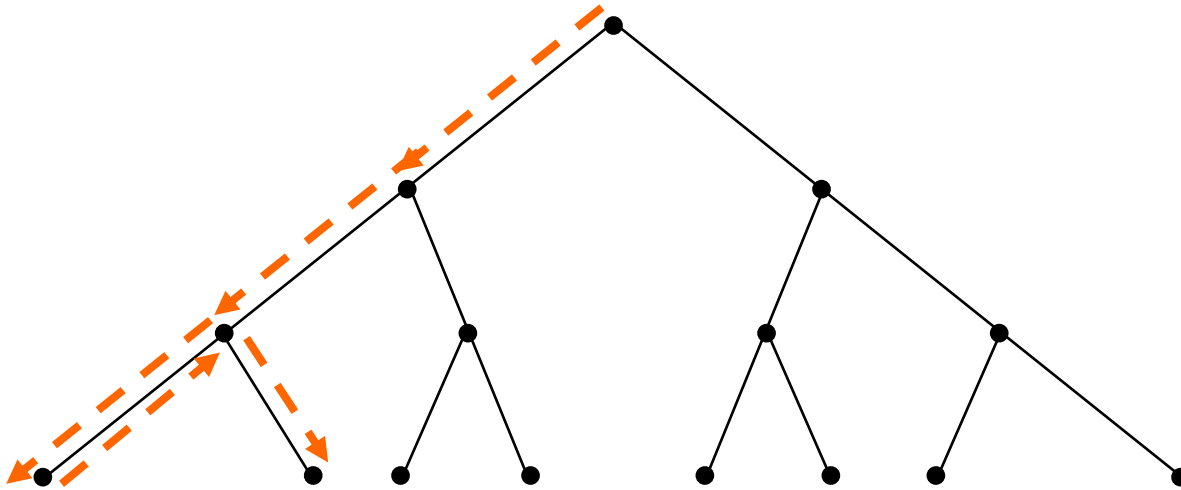


Profondeur d'abord

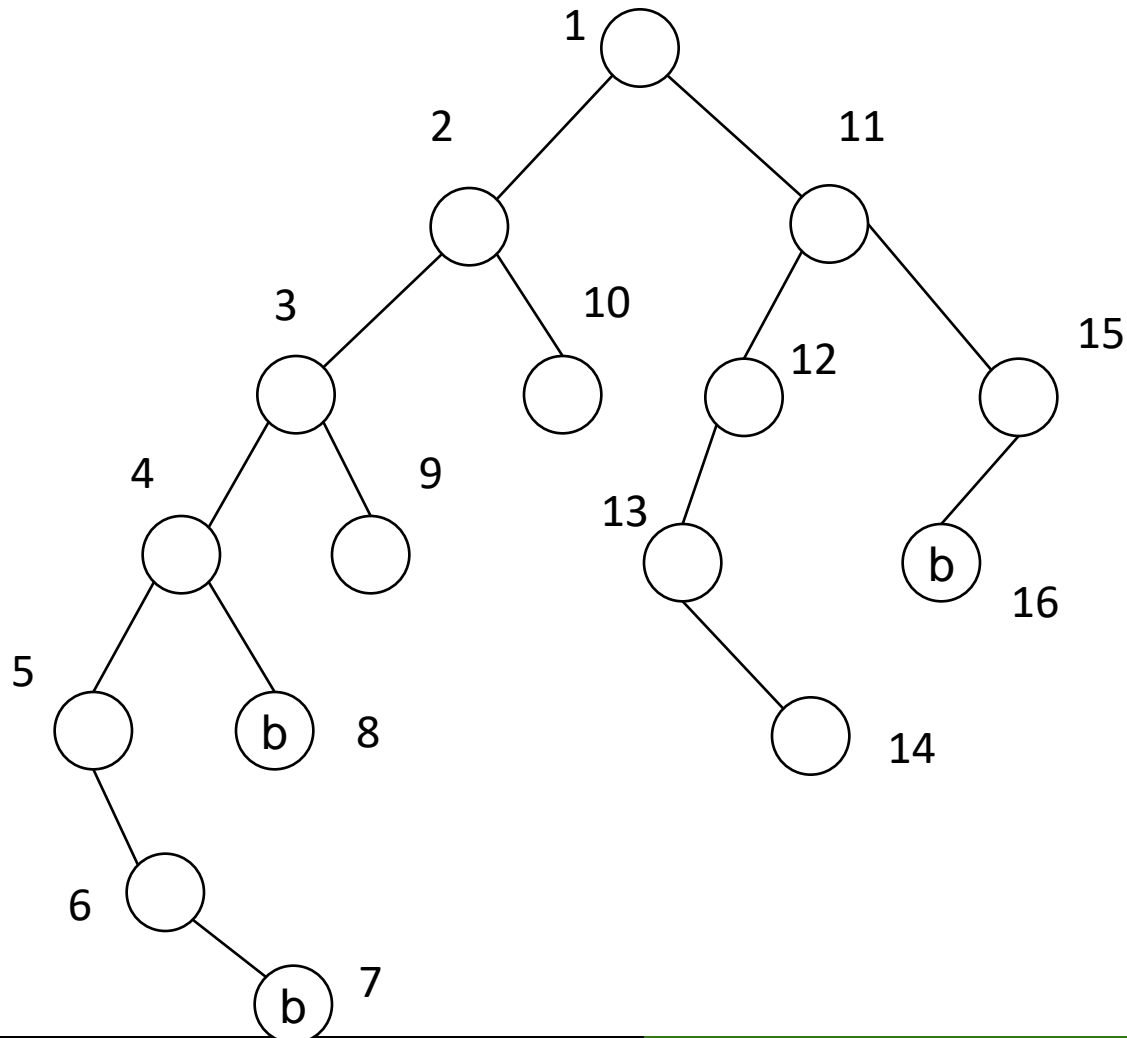
- On s'enfonce dans l'arbre de décision en passant d'état en état jusqu'à ce que le chemin se termine
- On cherche à explorer au maximum une possibilité en appliquant les règles de façon à obtenir le plus de détails

Profondeur d'abord (suite)

- Chaînage arrière : ajout du retour-arrière



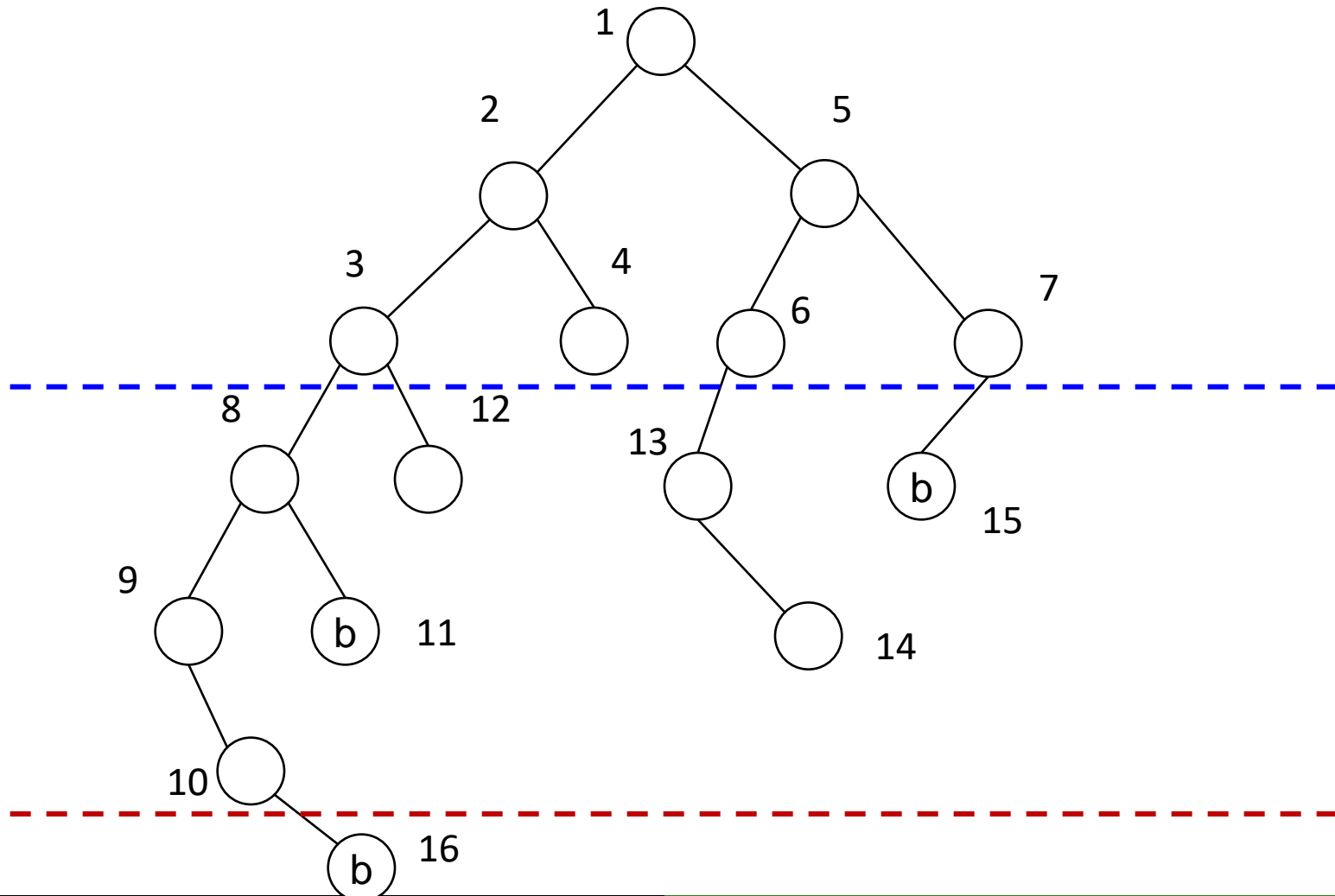
Profondeur d'abord (suite)



Profondeur limitée

- La recherche en profondeur limitée combine les deux approches précédentes : profondeur d'abord et largeur d'abord.
- L'arbre des états est découpé en k niveaux.
- Une recherche en profondeur est effectuée dans chaque tranche avant de passer à la tranche inférieure.

Profondeur limitée (suite)



Exemple

- Soit la base de règles :
 - R1 : si A alors B
 - R2 : si C et D alors E
 - R3 : si B et F et G alors H
 - R4 : si A et L alors C
 - R5 : si D et E alors H
 - R6 : si C et D alors I
 - R7 : si J et K alors F
 - R8 : si G et J et F alors K
- La base initiale de faits est : (A, D, J, K, L)
- On veut prouver le fait H en chaînage arrière; quelle est la suite des règles appliquées en admettant que l'on parcourt la base de règles dans l'ordre dans laquelle elle est écrite?

Faits demandables

- Considérons par exemple la base de règles suivante :
 - Si B et C alors A
 - Si D et E alors A
 - Si F et G alors A
 - Si I et J alors G
 - Si J alors $\neg E$
- On suppose que les faits B , D , F et I sont les seuls faits demandables.
- La mémoire de travail est initialisée avec l'information J est vrai.
- La question posée au système est : A est-il vrai ?
- Quelles sont les questions pertinentes à poser à l'utilisateur ?

Comparaison des modes d'inférence

	Chaînage avant	Chaînage arrière
Points forts	<ul style="list-style-type: none">✓ Fonctionne bien lorsque le pb se présente "naturellement" avec des faits initiaux.✓ Produit une grande quantité de faits à partir de faits initiaux très nombreux.✓ Adapté à la planification, le contrôle, l'adaptation.	<ul style="list-style-type: none">✓ Fonctionne parfaitement lorsque le pb consiste à prouver une hypothèse✓ Il est focalisé sur le but à prouver et donc des questions pertinentes qui ne déroutent pas l'utilisateur.✓ Contrairement au chaînage avant, il recherche dans la base de connaissance les informations intéressantes pour le problème courant.✓ Adapté au diagnostic et à la ...
Points faibles	<ul style="list-style-type: none">○ Souvent, ne perçoit pas certaines évidences.○ Le système peut poser de nombreuses questions, parfois non pertinentes.	<ul style="list-style-type: none">○ Poursuit une ligne de raisonnement, même s'il s'avère qu'il faudrait l'abandonner pour une autre. Les facteurs de croyances et méta-règles peuvent aider à résoudre ce problème.

Quel chaînage utiliser ?

Caractéristiques du pbme vont conditionner le choix du chaînage.

```
graph TD; A[Caractéristiques du pbme vont conditionner le choix du chaînage.] --> B[Les faits sont peu nombreux ou que le but est inconnu → chaînage avant.]; A --> C[Les cas où les buts sont peu nombreux ou précis → chaînage arrière.];
```

Les faits sont peu nombreux ou que le but est inconnu → chaînage avant.

Les cas où les buts sont peu nombreux ou précis → chaînage arrière.

CHAÎNAGE MIXTE (PRINCIPE)

