

Master I 2021/2022

Ingénierie des Logiciels Complexes (ILC)

***Principe de vérification et
validation de la modélisation
et la simulation***

Par : F. SAHEB

Email: sahebt2002@yahoo.fr

Plan

1. Introduction aux systèmes complexes.
2. Principes de modélisation
3. Principaux mécanismes de simulation.
4. Principes de validation et de vérification du processus de modélisation et de simulation des systèmes complexes.
5. Systèmes Multi agents

Vérification et validation

- Une des étapes importantes de la simulation informatique des systèmes complexes est la capacité d'établir la vérification, la validité et la crédibilité de la modélisation et de la simulation.
- Lors de toute analyse du fonctionnement d'un système au travers de l'étude de la dynamique de son modèle, la calibration permet de mesurer les écarts entre la prévision et les résultats mesurés du phénomène étudié.
- Les ajustements issus de cette confrontation entre les comportements émergents identifiés après une simulation et ceux mesurés ou estimés ont pour objectif de conforter le degré de confiance dans les résultats et de valider le modèle et l'implémentation qui en dérive, ou a contrario de redimensionner et améliorer le modèle.

Validité des modèles

- La validité est sémantiquement définie par la conformité d'un élément réel avec sa représentation.
- D'un point de vue de la modélisation, elle est caractérisée par le degré de correspondance entre le système étudié et le modèle conceptuel résultant.
- La conformité ou similitude entre l'original et sa représentation est dépendante du degré de calibration du modèle, lui-même fonction du niveau de finesse que l'on vise

- Une des contraintes minimum à respecter pour assurer une correspondance valide est de vérifier que chaque élément du modèle a effectivement une contrepartie dans le système réel. Du fait des simplifications impliquées dans le modèle, notons que la réciproque n'est pas certaine.

- La validation consiste à déterminer si un modèle conceptuel est une représentation suffisamment précise du système réel.
- Une représentation suffisamment précise signifiant que le modèle peut être utilisé comme substitut du système réel pour les objectifs d'expérimentation et d'analyse préalablement définis

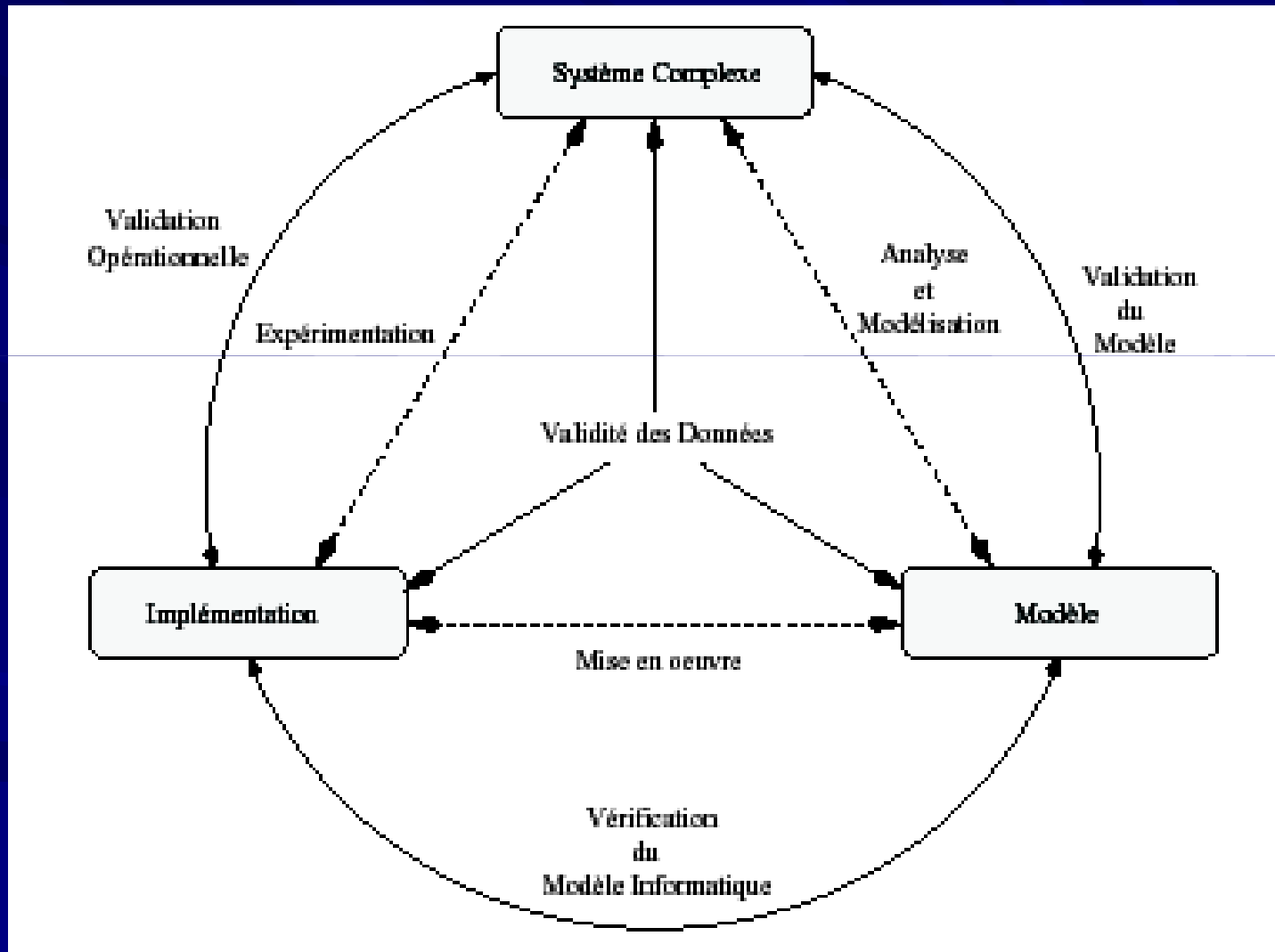
Mesure de la validité

trois approches sont utilisées pour définir la validité ou l'invalidité d'un modèle conceptuel:

- L'approche la plus fréquemment utilisée est soumise à l'appréciation du concepteur qui décide de la validité du modèle. Cette décision est basée sur un ensemble de tests et d'évaluations diverses du modèle selon différentes conditions.

- La deuxième approche consiste à faire appel à une tierce partie indépendante pour décider de la validité.
- La troisième approche pour déterminer la validité consiste à établir un score par différents processus de validation, le modèle par score reste subjectif pour établir la validité d'un modèle de simulation notamment à cause de la méthode définissant le modèle de score.

Validation du processus de modélisation et simulation



- La validité des données assure que ces paramètres nécessaires sont adéquats ou du moins cohérents.
- La vérification du modèle informatique assure que la programmation informatique du modèle conceptuel produit un modèle informatique correct.
- La validité opérationnelle détermine si le comportement visible résultant de l'analyse dynamique du modèle informatique possède une précision suffisante en fonction des objectifs initiaux. La validité opérationnelle est difficile à certifier dans la mesure où l'objectif de la simulation est d'obtenir des informations supplémentaires (comportements émergents) à partir des différents scénarios indéterministes. Elle consiste à étudier les résultats afin de les confronter aux objectifs postulés avant la modélisation.

- Dans ce schéma de conception et de mesure, la **vérification** intervient lorsque le concepteur expérimente un modèle apparemment correct pour les objectifs fixés. La **validation** intervient lorsque le concepteur ou une tierce personne, maîtrisant tout ou partie du phénomène représenté, révise et évalue le fonctionnement du modèle.
- Ces phases de vérification et de validation ont pour but de détecter des erreurs ou des hypothèses mal fondées nécessitant de fait un nouveau cycle de conception, validation, implémentation et vérification.

Au cours de cette phase de débogage, différentes techniques de validation plus ou moins objectives peuvent être employées afin de vérifier ou valider chacune des étapes :

- L'animation consiste à étudier, à l'aide d'affichages graphiques, le comportement du modèle opérationnel dans le temps ;
- La comparaison de modèles à pour but de mettre en confrontation les résultats obtenus avec ceux produits par d'autres modèles ;
- La validité des événements consiste à comparer les événements générés avec ceux produits par le système réel afin de déterminer leur similarité ;
- La validité extrême est une façon de tester le modèle à l'aide de paramétrages extrêmes voire improbables afin de vérifier que le comportement reste cohérent ;
- La validité visuelle est effectuée par une tierce personne connaissant et maîtrisant les tenants et les aboutissants du système étudié qui confirme alors un comportement correct ;

- La validité par valeurs fixes consiste à comparer des variantes du modèle avec un ensemble de paramètres (internes et externes) fixes ;
- La validité historique se vérifie par l'utilisation d'un sous-ensemble de données réelles collectées afin de construire le modèle. Le reste des données (en général le reste par ordre chronologique) est comparé avec les résultats produits par l'exécution du modèle ;
- La validation par graphiques opérationnels consiste à utiliser un ensemble de capteurs et de mesures de performances et à les reporter graphiquement afin de connaître précisément la valeur des états ;
- La sensibilité des paramètres est utilisée pour faire varier les paramètres du modèle afin d'en évaluer l'effet sur le modèle ;
- La validation prédictive consiste à réaliser une prédiction sur l'évolution du système à l'aide du modèle. Cette prédiction est ensuite comparée et vérifiée et potentiellement validée.