

# UTILISATION COMPLEMENTAIRE DES APPROCHES LISREL ET PLS DES MODELES D'EQUATIONS STRUCTURELLES A LA VALIDATION D'UN QUESTIONNAIRE DE CULTURE DE SECURITE ET DE SES INDICATEURS – EXPERIMENTATION CLARTE.

Marion KRET<sup>1</sup>, Sandrine DOMEQ<sup>1</sup>, Jean-Luc QUENON<sup>1</sup>, Sophie VIALLE<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CCECQA – Comité de Coordination de l'Evaluation Clinique et de la Qualité en Aquitaine.

Hopital Xavier Arnoz

33600 PESSAC

## **Résumé :**

Les modèles d'équations structurelles (MES) sont des modèles statistiques permettant de mettre en relation des concepts non observables. Ils ont été développés pour examiner des rapports de causalité multiple mais leur usage s'est étendu à la validation d'instrument. Deux approches se sont développées : LISREL, basée sur le maximum de vraisemblance, et PLS, sur les moindres carrés partiels. Le consortium CLARTE avait pour mission la production d'indicateurs en vue d'une généralisation. Une des thématiques retenue était la Culture de Sécurité (CS) des soignants, un concept utilisé pour décrire les façons de penser, agir et sentir d'un collectif de travail en matière de sécurité. En santé, une CS développée est considérée comme un pré-requis à l'amélioration de la sécurité des soins. Une étude en deux mesures a été réalisée, auprès de professionnels d'unités de soins d'établissements issus du panel Clarté, avec une version française du questionnaire américain Hospital Survey On Patient Safety Culture (HSOPSC). Les deux approches PLS et LISREL des MES ont été utilisées. L'approche LISREL a permis de confirmer une structure des 40 items en dix dimensions sans facteur de second ordre. Le modèle PLS a permis de proposer un modèle causal reposant sur le soutien du management, avec deux canaux : un canal unité de soins et un canal institution. L'utilisation conjointe des approches PLS et LISREL des MES dans une même étude est rare. Ces deux approches longtemps considérées comme concurrentes sont pourtant très efficaces lorsqu'elles sont complémentaires.

*Mots clés : Modèles d'Equations Structurelles, Culture de sécurité, Indicateur*

## **Abstract :**

Structural equation models (SEM) are complex statistical models able to intercept interactions between the unobservable. They have been developed to investigate relations of multiple causality but today their use is extended to a validation instrument. Two approaches are developed: LISREL based on maximum likelihood and PLS, on partial least squares. The consortium CLARTE's mission was to produce indicators for a generalization. One of the themes selected is Safety Culture (SC), a concept used to describe ways to think, act and feel of a collective security work. In health, a developed SC is regarded as a prerequisite to improving the safety of care. The professional's responses are collected with a French version of the American tool Hospital Survey On Patient Safety Culture (HSOPSC). The two methods PLS and LISREL are used: LISREL to confirm a structure in ten dimensions and forty items; PLS to propose causal model which repose on management support with unit and institution channels. The joint use of PLS and LISREL methods in a same study is rare. These two approaches are long considered competitive but are very efficient when they are complementary.

*Keywords : Structural equation models, Safety Culture, Indicator*

## Introduction

Les modèles d'équations structurelles (MES) s'inscrivent dans une catégorie de modèles statistiques complexes permettant de mettre en relation des concepts non-observables. Leur apport réside dans la possibilité d'une part de traiter des estimations simultanées de plusieurs relations de dépendances inter-reliées, d'autre part d'incorporer des erreurs de mesure. Ainsi, par rapport aux méthodes classiques, telles que les régressions, on peut mesurer les effets estimés de plusieurs déterminants sur plusieurs causes mais aussi obtenir des estimations plus précises.

Ces modèles sont basés sur l'articulation d'analyses factorielles et de régressions. L'analyse factorielle servira à déterminer et mesurer les variables latentes et à produire le « modèle externe ». Les régressions sont destinées à tester les effets supposés entre des variables et à produire le « modèle interne ». [1]

Deux courants de pensées principaux se sont développés de ces modèles. Le premier issu des recherches de Karl JORESKOG, est fondé sur une estimation des covariances par le maximum de vraisemblance. Il s'agit de l'approche LISREL (LInear Strutural RELations). Le second basé sur une estimation par moindres carrés partiels a été développé par Herman WOLD. Il est à l'origine de l'approche PLS (Partial Least Squares). [2]

Développés à l'origine pour examiner des rapports de causalités multiples entre un ensemble de variables, l'usage des MES s'est progressivement étendu aux problèmes de mesure de validité et de fiabilité d'instruments de type questionnaire, d'indicateurs.

La vérification de qualités métrologiques d'outil passe par trois étapes cruciales : la validité, la fiabilité et l'applicabilité. Les MES interviennent pour vérifier la validité de l'outil c'est-à-dire sa capacité à effectivement mesurer ce que l'on prétend mesurer.

**L'objectif de cette présentation est de montrer qu'une utilisation complémentaire des approches LISREL et PLS des Modèles d'Equations Structurelles peut s'appliquer à la validation d'un questionnaire et de ses indicateurs.** Une application à un questionnaire de Culture de Sécurité sera présentée dans le cadre d'une expérimentation nationale, le projet CLARTE.

## Méthodes

Dans le cadre du programme d'expérimentation des indicateurs de qualité en établissements de santé, le Consortium CLARTE (Consortium Loire-atlantique Aquitaine Rhône-alpes pour la production d'indicateurs en sanTÉ) a été chargé par la Direction Générale de l'Offre de Soins (DGOS) du Ministère chargé de la Santé et par la Haute Autorité de Santé (HAS) d'expérimenter et de valider en vue de leur généralisation, des indicateurs de qualité et de sécurité des soins hospitaliers. Les indicateurs du « projet CLARTE » ciblent plus particulièrement la mesure de la sécurité des soins et du management des ressources humaines au sein des établissements français.

Une des thématiques retenue était la Culture de Sécurité (CS) des soignants, un concept utilisé pour décrire les façons de penser, agir et sentir d'un collectif de travail en matière de sécurité. En santé, une CS développée est considérée comme un pré-requis à l'amélioration de la sécurité des soins. La CS est le produit des valeurs, des attitudes, des perceptions, des compétences, et des modes de comportements individuels et du groupe, qui déterminent l'engagement, le modèle et la capacité d'une organisation de santé à manager la sécurité. [3]

Deux mesures ont été réalisées, auprès de professionnels d'unités de soins d'établissements issus du panel Clarté, avec une version française du questionnaire HSOPSC (Hospital Survey On Patient Safety Culture) développé en 2004 aux Etats-Unis par l'AHRQ (Agency for Healthcare Research and Quality). [4]

La validité de ce questionnaire a été testée en utilisant les MES.

Dans un MES, deux types de variables sont retrouvées : les variables manifestes (VM) représentant les items du questionnaire et les variables latentes (VL) représentant les dimensions. Chaque variable manifeste est liée à une seule latente. Un MES nécessite de définir deux modèles :

- le modèle externe correspond aux liaisons entre les variables manifestes et leur variable latente ; il émerge d'une phase exploratoire, les variables manifestes et leur latente représente un bloc
- le modèle interne correspond aux liaisons entre les variables latentes ; il est déterminé par l'objectif de l'étude, la littérature et les modèles théoriques.

Les deux approches LISREL et PLS peuvent être considérées comme complémentaires. En effet, leurs objectifs, leurs principes, leurs contraintes et leurs applications sont différentes (Tableau 1).

**Tableau 1 :** Comparaison des approches LISREL et PLS des MES

Critères	Approche LISREL	Approche PLS
Modélisation des construits	Construits réflexifs	Construits formatifs et réflexifs
Variables latentes	Indéterminées à un terme d'erreur près	Déterminées Combinaison linéaire des variables manifestes
Modèle statistique	Maximum de vraisemblance Analyse des structures de covariance	Moindres carrés partiels Succession de régressions simples ou multiples
Distribution des données	Multinormalité des données	Peu importe
Taille de l'échantillon	Elevée Recommandations minimales : de 200 à 800 observations	Peut être faible Recommandations minimales : de 30 à 100 observations
Nombre d'indicateurs par construit/ Complexité du modèle	Peu élevé. En relation avec la taille de l'échantillon Complexité modérée à faible (moins de 100 indicateurs)	Peut être élevé. Par exemple 100 construits et 1000 indicateurs
Approche conceptuelle/ Finalité	Cadre confirmatoire Obligation de se baser sur un modèle théorique	Peut-être utilisé dans un cadre exploratoire Plus une méthode prédictive et de construction de la théorie

<b>Résultats</b>		
Validation d'une théorie	Solide basée sur une population bien identifiée	Peu solide et données ne vérifiant pas les hypothèses de travail
Sous-modèle favorisé	Modèle interne	Modèle externe
Homogénéité	Rho de Jöreskog (ou de Ksi)	Rho de Dillon et Goldstein
Validité convergente et discriminante	rhô de VC ou AVE (Average Variance Extracted)	Cross-loadings AVE (Average Variance Extracted)
Qualité du modèle	GFI, AGFI, RMSEA, NNFI, NFI, CFI	GoF (Indices de qualité prédictive)
Prévisions		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modèle externe</li> <li>• Modèle interne</li> </ul>	Contributions factorielles Coefficient de régression	Poids externes normalisés Coefficients structurels
Interprétation des relations entre VL	Hierarchisation des effets Produit des coefficients (effets direct et indirect)	Hierarchisation des impacts Produit des coefficients (effets direct et indirect)

Dans le cadre de la validité de contenu, l'approche LISREL a été utilisée pour vérifier une structure en dimensions ayant émergé d'une analyse exploratoire. Dans un premier temps, le modèle externe a été vérifié ; il s'agissait d'évaluer l'ajustement de chaque variable latente, une à une, avec ses variables manifestes. Ensuite, le modèle interne a été étudié afin de définir notamment si un facteur de second ordre était nécessaire. Des indices d'ajustements ont permis de déterminer le modèle le plus adéquat (notamment : RMSEA,  $\chi^2$  normé, CFI, NFI) parmi les différents modèles testés.

Dans le cadre de la validité de construit, l'approche PLS a permis, à partir du modèle externe, de quantifier l'impact de chaque item sur son construit (poids externes normalisés). A partir du modèle interne, les relations entre variables latentes sont mesurées par les coefficients structurels standardisés. Ce coefficient permet d'indiquer le sens de la relation, de vérifier la significativité de la relation et de donner à quelle hauteur la variable contribue au  $R^2$  de l'équation structurelle.

## **Résultats**

### ***Validité de contenu***

L'approche LISREL a permis de confirmer une structure en dix dimensions regroupant 40 items. Une variable latente centrale n'était pas pertinente.

Le tableau 2 présente la répartition des variables manifestes et leur rattachement à une variable latente. La validité convergente a été vérifiée pour quatre dimensions (part de variance expliquée supérieures à 0,50), pour les six autres dimensions la part de variance expliquée était comprise entre 0,41 et 0,46.

**Tableau 2 : Définition des scores de culture de sécurité**

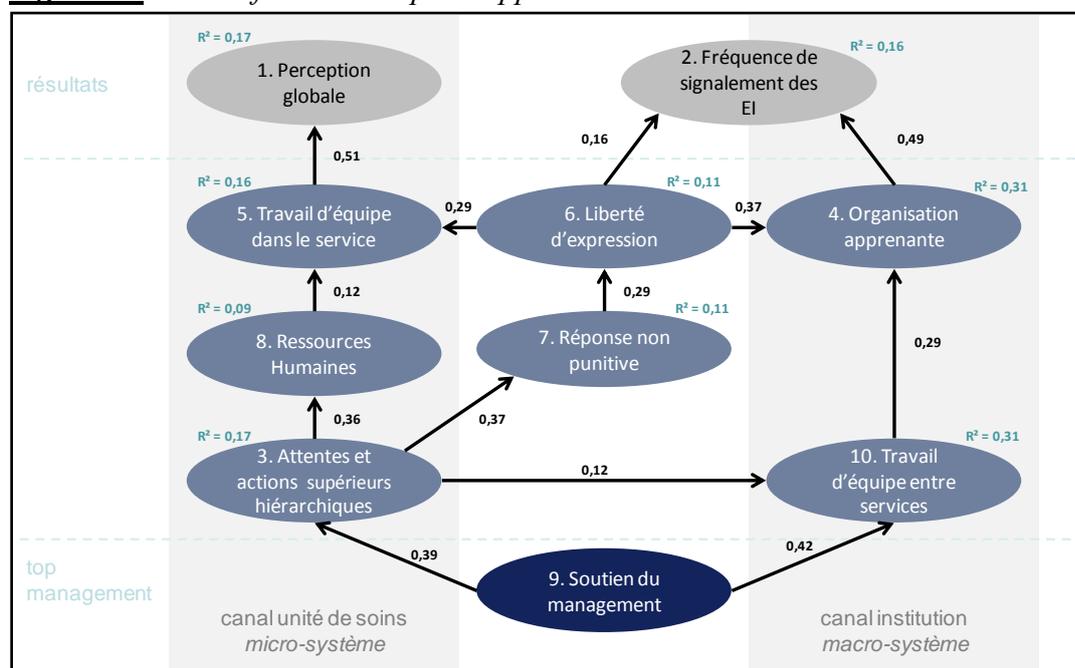
Libellé dimension	Items*
1 – Perception globale de la sécurité	A16, A19, A10, A18
2 - Fréquence de signalement des évènements indésirables	D1, D2, D3
3 - Attentes et actions des supérieurs hiérarchiques	B1, B2, B3, B4
4 - Organisation apprenante et amélioration continue	A6, A9, A14, C1, C3, C5
5 – Travail d'équipe dans le service	A1, A3, A4, A12
6 – Liberté d'expression	C2, C4, C6
7 – Réponse non punitive à l'erreur	A8, A13, A17
8 – Ressources humaines	A2, A5, A15
9 – Soutien du management	F1, F8, F9, F10
10 - Travail d'équipe entre les services de l'établissement	F4, F2, F6, F3, F5, F7

Les indices d'ajustement montraient un bon ajustement du modèle aux données : RMSEA égal à 0,058 (inférieur à 0,08), le Chi<sup>2</sup> normé 3,32 et les CFI et NFI supérieurs à 0,90.

### Validité de construit

Le modèle final présentait un bon ajustement avec un GoF relatif égal à 0,93 (résultats sur la base de contre-validation). La pertinence prédictive de chaque équation structurelle est discutable : les coefficients de détermination R<sup>2</sup> étaient supérieurs à 0,20 pour deux équations structurelles sur 13 ; les coefficients de Stone et Geisser Q<sup>2</sup> n'étaient pas tous positifs. Tous les coefficients de régression étaient significatifs.

**Figure 1 : Modèle final estimé par l'approche PLS sur la base de contre-validation**



Des hypothèses ont été posées, issues de la littérature ou de l'expérience des experts consultés, sur les relations entre les différentes dimensions ; ainsi par exemple l'hypothèse « si les supérieurs hiérarchiques ont d'importantes attentes en termes de culture de sécurité, alors ils seront incités à mettre des moyens », a conduit à proposer une relation de la

dimension Attentes et actions des supérieurs hiérarchiques vers la dimension Ressources humaines.

Au final, le modèle laisse apparaître que la culture de sécurité ne s'envisage que s'il existe un soutien managérial. Les deux indicateurs de résultats mesurent l'efficacité de l'organisation, mais rien n'est possible sans le soutien du management, qu'il soit de proximité ou institutionnel.

L'organisation apprenante pourrait être plus centrale dans le modèle ; mais ce qui est souhaité c'est développer l'organisation apprenante au niveau institutionnel, via les retours d'expériences : d'où une incitation à signaler.

On observe classiquement trois types de management : le top management (dimension 9), le management de proximité (dimension 3) et le management intermédiaire (non abordé dans ce questionnaire). Le top management s'attache à la notion d'organisation apprenante au sein de l'établissement, et est donc à rapprocher des retours d'expériences et du signalement (les systèmes de signalement sont en effet communs à toute l'institution) ; l'objectif est alors ensuite de partager avec les autres services. Le management de proximité quant à lui est au plus près de son équipe et ne peut donc agir qu'au niveau de son service. Ces notions apparaissent dans le modèle via respectivement les canaux Institution et Unité de soins. Le canal central peut quant à lui être qualifié de canal Postures, avec la posture managériale identifiée par les dimensions Soutien du management et Réponse non punitive, et la posture individuelle, identifiée par la dimension Liberté d'expression.

### **Conclusion**

Les approches LISREL et PLS ont été utilisées conjointement et ont permis de traiter deux aspects différents de la validité. Ces deux approches complémentaires ont un apport spécifique dans le cadre validation d'un questionnaire et de ses indicateurs.

### **Bibliographie :**

[1] Jacobowicz, E. (2007) Contributions aux modèles d'équations structurelles à variables latentes, Thèse de Doctorat, Conservatoire national des arts et métiers de Paris.

[2] Tenenhaus, M. et Gonzales, P. (2001) Comparaison entre les approches PLS et Lisrel en modélisation d'équations structurelles : application à la mesure de la satisfaction clientèle, *SFC2001*, 321:330.

[3] Nieva, VF et Sorra, JS. (2003) Safety culture assessment: a tool for improving patient safety in healthcare organizations. *Qual Saf Health Care*, 12:17-23.

[4] Sorra, JS et Nieva, VF. (2004) Hospital Survey on Patient Safety Culture (Prepared by Westat, under Contract No. 290-96-0004), *AHRQ Publication No 04-0041*, Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality.