

# Applications des équations structurelles En Management de l'information Stratégique

CHETTIH Abdelkader

*Maître de Conférence  
Faculté des sciences Economiques,  
Commerciales et des Sciences de Gestion  
Université de Laghouat*

~~~~~

## Résumé :

Le recours aux modèles des équations structurelles en sciences de gestion et plus particulièrement en management stratégique, représente un axe méthodologique et empirique prometteur, et une orientation innovante en matière de développement de la théorie, grâce à un ensemble de démarches et de techniques avancées. Par conséquent, le présent article s'attache essentiellement à expliciter l'utilité et l'intérêt portés à ces méthodes de deuxième génération dans la validation des mesures et des modèles de causalité, et dans la spécification des construits théoriques ainsi que les relations étudiées simultanément.

Après avoir présenté un aperçu des règles et procédures pour atteindre le modèle d'équation structurelle, nous essayerons d'expliquer l'application de ces méthodes dans le domaine du management à savoir le processus permettant d'élaborer, de piloter et de corriger les stratégies et les objectifs basé sur la gestion informationnelle.

Pour cela, on a étudié un échantillon de 53 entreprises qui ont fait l'objet de distribution d'un questionnaire et 46 d'entre eux étaient aptes à être analysés.

**Mots-clés:** modèle structurel, le modèle de mesure, estimation, indices d'ajustement, cycle d'information, management stratégique

## ملخص:

يعد استخدام نماذج المعادلات البنائية في علوم التسيير، وخصوصا الإدارة الإستراتيجية بشكل خاص، محورا منهجيا وعمليا واعداد وتوجها إبداعيا لتطوير النظرية، وهذا من خلال مجموعة من الأساليب والتقنيات المتقدمة. لذلك، يركز هذه المقال أساسا على شرح فوائد أساليب الجليل الثاني في تحقق قياسات ونماذج السببية، وفي تحديد الثوابت النظرية وكذا العلاقات المدروسة بشكل متزامن.

بعد تقديم لمحة عامة عن القواعد والإجراءات المساهمة في تحقيق نموذج المعادلة البنائية، سوف نحاول شرح تطبيق هذه الأساليب في مجال الإدارة، لمعرفة الطريقة التي تسمح بتصميم وتوجيه وتصحيح الاستراتيجيات والأهداف المعتمدة على إدارة المعلومة. لهذا، درسنا عينة مكونة من 53 مؤسسة صغيرة ومتوسطة والتي شكلت محور توزيع استبيان حيث كانت 46 منها صالحة للتحليل.

**الكلمات المفتاحية:** النموذج البنائي، نموذج القياس، التقدير، مؤشرات التعديل، دورة المعلومة، التسيير الاستراتيجي.

### **Introduction :**

Le développement de toute science ne se concrétise que par l'élaboration de ses méthodologies et méthodes, ainsi que le suivi de son rythme du plus petit jusqu'au grand. La science de management comme toute autre, a évolué terriblement depuis qu'elle a introduit des méthodes scientifiques dans ses mécanismes, ce qui donne plus de précision au traitement de ses phénomènes.

Alors, le management peut être affecté par l'application de ces méthodes scientifiques statistiques particulières, et les équations structurelles l'une de ces méthodes qui ont permis de donner, une dimension plus vaste à l'explication des phénomènes et les cas complexes.

La modélisation par les équations structurelles (**SEM**) est une méthodologie statistique qui représente un ensemble de procédures, telle que la régression multiple, l'analyse factorielle et l'analyse de covariance. Elle permet de tester un modèle théorique à l'aide d'une série d'équations de régression et son utilisation qui donne la possibilité d'examiner des modèles explicatifs sur des phénomènes sociaux économiques impliquant de multiples variables dont les interactions qui suivent des standards complexes<sup>1</sup>. Les techniques de modélisation causale, en particulier les équations structurelles (et notamment celles basées sur la covariance), ont connu un succès croissant auprès des chercheurs en management depuis une vingtaine d'années<sup>2</sup>.

La notion de la causalité par Platon (428-347 av. j-c) est dominée par deux faits. Le premier est une conséquence du lien qui, notamment à leurs débuts, explique la relation d'un événement appelé la raison et un autre qui représente le résultat. Lorsque le deuxième est conséquent par le premier, la causalité est liée au désir de connaissance et la quête de la vérité<sup>3</sup>. Les équations structurelles des variables latentes développées dans de nombreuses disciplines, notamment les sciences sociales, management, recherche en marketing. Par exemple, ce dernier grâce aux équations structurelles, nous permettra d'interpréter le processus de mesure de la satisfaction, ou la fidélité des clients .....

### **Problématique de l'étude:**

Le problème qui sera traité dans cette étude consiste à souligner l'importance de l'application des équations structurelles de la recherche en management, et par conséquent la problématique est la suivante:

Sur quelles fondations cette méthode pourra être bâtie? Et de quelle manière sera-elle utilisée dans la recherche en management?

### **L'objectif de l'étude:**

L'objectif actuel de l'étude est d'identifier la modélisation par des équations structurelles, et d'essayer de mettre en évidence leurs applications dans le domaine de la recherche en management.

### **Première partie : Le cadre conceptuel:**

Les modèles des équations structurelles avec des variables latentes sont basés sur un certain nombre de concepts, et nous avons deux types d'équations :

- 1- Méthode de **PLS**.
- 2- Méthode de **LisreL**.

Avant d'analyser ces deux types, il faudrait déterminer quelques notions à savoir :

#### **a- Les types de variables :**

Il existe plusieurs classifications de variables dont :

**1. Les Variables Latentes :**

Une variable latente correspond à une caractéristique qui n'est pas observable et qui ne peut donc pas être mesurée directement (Prendre la forme ellipse ou cercle).<sup>4</sup>

**2. Les Variables Manifestes :**

Une variable manifeste est une variable pour laquelle une mesure peut être directement recueillie (Prendre la forme rectangle)<sup>5</sup>.

**3. Variables Exogènes :**

Ce sont des variables indépendantes sans variable causale. Avant, elle affecte et ne peut pas être affectée par une variable dans le modèle, comme les erreurs de mesure<sup>6</sup>.

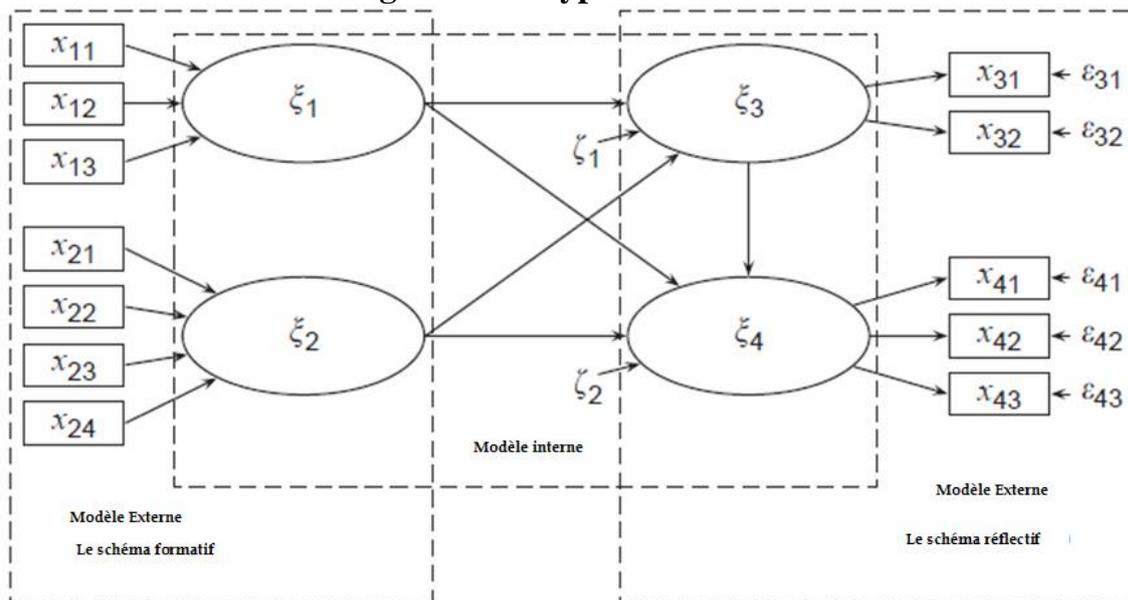
**b- Le Modèle De Mesure Ou Modèle Externe :**

Il représente une sous-partie du modèle complet incluant les relations entre variables manifestes et latentes<sup>7</sup> (fig.1).

**c- Le Modèle structurel Ou Modèle interne :**

C'est une sous-partie du modèle complet incluant les relations entre les variables latentes<sup>8</sup>(fig.1).

**Fig. 1 – : Les types de variables**



Source: (Henseler et al., 2009)

**d- Formalisme :**

Les modèles d'équations structurelles à variables latentes peuvent être estimés par deux méthodes : Méthode de PLS, Méthode de LisreL :

**I- L'approche PLS (Partiel Least Squares) :**

Selon ce procédé, l'estimation utilise la méthode des moindres carrés qui divise les paramètres du modèle de sous-ensembles, applique la méthode de régression simple et multiple et utilise le procédé itérative dans l'estimation de sous- groupes. Cette notion est une expansion du concept de point fixe développé par Wolddans durant les années de 1965 -1973-1980<sup>9</sup>.

**• La nature du modèle :**

Il existe trois façons pour relier les variables manifestes aux variables Latentes (fig.1) :

- **Le schéma réflexif :**

Chaque variable manifeste est reliée à sa variable latente par une régression simple<sup>10</sup>.

Ça s'écrit comme suit :  $X_{kj} = \pi_{kj}\xi_k + \varepsilon_{kj}$ ,  $\varepsilon_{kj}$  : les erreurs des variables manifestes, avec les contraintes suivantes :

$$cor(\xi_{ij}, \xi_k) = 0, \quad \forall i, k = 1 \dots k, \quad \forall j = 1 \dots p_k$$

$$cor(\xi_{ij}, \xi_{LM}) = 0, \quad \forall i, j, L, m = 1 \dots p_k, \quad (i, j) \neq (L, m) \quad \forall k = 1 \dots k$$

- **Le schéma formatif :**

Chaque variable latente est une combinaison linéaire de ses variables manifestes correspondantes<sup>11</sup>, il prend la formule suivante :  $\xi_k = \sum_j W_{kj} X_{kj} + \delta_k$ .

$\delta_k$  : est un vecteur d'erreur qui est supposé de moyenne nulle et non corrélé aux variables manifestes.

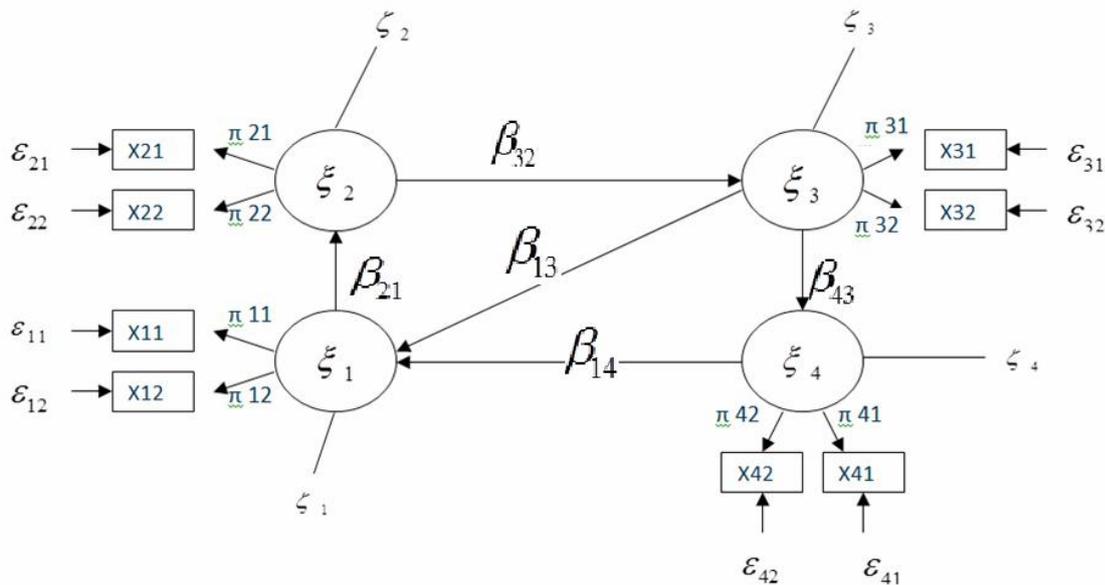
- **Le schéma MIMIC :**

C'est un mélange des deux schémas précédents.

- **La présentation Graphique :**

On va représenter Les équations structurelles par (**Path Diagram**), tout en considérant un modèle à quatre variables latentes qui sont liés. Chaque variable latente est liée à deux variables manifestes (mesurée):

**Fig. 2 – Modèle d'équations structurelles pour l'approche PLS**



Source : conçu par le chercheur

La figure précédente représente les équations structurelles et les variables latentes  $\xi_4, \xi_3, \xi_2, \xi_1$  sont représentées comme suit :

$$\xi_1 = \beta_{31}\xi_3 + \beta_{41}\xi_4 + \zeta_1, \quad \xi_3 = \beta_{23}\xi_2 + \zeta_3$$

$$\xi_2 = \beta_{12}\xi_1 + \zeta_2, \quad \xi_4 = \beta_{34}\xi_3 + \zeta_4$$

Les variables manifestes associées aux variables latentes internes (Endogènes) sont définies par :

$$X_{kj} = \pi_{kj}\xi_k + \varepsilon_{kj}, \quad \begin{cases} k = 1, 2, 3, 4 \\ j = 1, 2 \end{cases}$$

- **Validation du modèle :**

Selon l'approche PLS, il n'y a pas d'indice global permettant de juger la qualité du modèle dans son ensemble, car il n'existe pas de fonction à optimiser comme en LISREL.

On définit trois niveaux de validation du modèle : la qualité du modèle externe, la qualité du modèle interne, la qualité de chaque équation structurelle.

- **Test de communauté :**

La communauté d'une variable  $X_{pq}$  est la carrée de la corrélation. On a  $com_{pq} = cor^2(X_{pq}, \xi_q)$  pour chaque bloc et l'indice de la communauté est la moyenne de corrélation entre chaque variable qui manifeste dans le bloc avec sa variable latente

$$com_q = \frac{1}{p_q} \sum_{p=1}^{p_q} cor^2(X_{pq}, \xi_q) .$$

La redondance évalue la qualité du modèle interne pour chaque bloc endogène P :

$$Redondance = com \times R^2(y_p, \{les y_p \text{ qui expliquent } y_q\})$$

$R^2$  est le coefficient de détermination qui mesure la qualité du modèle interne. Il est calculé pour chaque variable endogène, en fonction des variables latentes explicatives.

Enfin, il y a un critère global qui peut être utilisé pour choisir un modèle parmi plusieurs :  $Gof = \sqrt{\text{communauté} \times R^2}$ , Gof (Goodness of fit)

## **II- Méthode par l'analyse de la structure de covariance (Lisrel)**

(*LI near Structural Relationship (Lisrel)*)

Créée dans les années soixante et début des soixante-dix du vingtième siècle par les Suédois Karl Joreskog et Dag Sobom, ce modèle a été utilisé dans le domaine de l'éducation, puis il a été généralisé dans toutes les sciences<sup>12</sup>. Ce modèle a été présenté comme un cas particulier de l'analyse de la covariance. Il est constitué de l'analyse de path-diagram (les constructions causales) et l'analyse factorielle qui montre les relations entre les variables latentes et ses indicateurs<sup>13</sup> et l'utilisation de ce modèle est développée depuis l'émergence des logiciels statistiques dont (Lisrel 1996, Joreskog) ou (EQS, Bentler) ou (Amos)<sup>14</sup>.

- **Représentation de modèle :**

Les variables latentes endogènes et exogènes sont généralement représentées séparément. On aura deux types d'équations :

- Pour le modèle de mesure :

$$X = \Lambda_x \xi + \delta$$

$$Y = \Lambda_y \xi + \varepsilon$$

- Pour le modèle structurel :

$$\eta = B\eta + \Gamma \xi + \zeta$$

Les symboles utilisés dans la méthode de Lisrel<sup>15</sup> sont :

$\eta$  : variables latentes endogènes,

$\xi$  : variables latentes exogènes

y : variables manifestes relatives aux variables latentes endogènes

x : variables manifestes relatives aux variables latentes exogènes

$\varepsilon$  : erreurs de mesure associées aux y

$\delta$  :erreurs de mesure associées aux x

$\Lambda_y$  : Matrice des coefficients reliant Y à  $\eta$  appelés loadings et notés  $\pi$

$\Lambda_x$  :Matrice des coefficients reliant x à  $\xi$  appelés loadings et notés  $\pi$

$\Theta_\varepsilon$  : Matrice de covariance de  $\varepsilon$

$\Theta_\delta$  : Matrice de covariance de  $\delta$

$\zeta$  : erreurs de mesure des variables latentes endogènes

B :matrice des coefficients structurels des relations entre les variables latentes endogènes,

$\Gamma$  :matrice des coefficients structurels des relations entre les variables latentes endogènes et exogènes

$\Phi$  : Matrice de covariance de  $\xi$  (ksi).

$\Psi$  : Matrice de covariance de  $\zeta$  (zeta).

Avec comme contraintes<sup>16</sup>:

–  $\varepsilon$  et  $\eta$  non corrélées,

–  $\xi$  et  $\delta$  non corrélées,

–  $\varepsilon$  et  $\delta$  et  $\zeta$  non corrélées,

–  $\delta$  et  $\eta$  non corrélées,

–  $\varepsilon$  et  $\xi$  non corrélées.

$p+q$  :Nombre de variables manifestes

$n$  :Nombre d'observations

$\Sigma$  :Matrice de covariance au niveau de la population

S :Matrice des covariances observées

C :Matrice des covariances obtenue grâce au modèle

$\Phi$  :Matrice de covariance de  $\xi$  .

$\Psi$  :Matrice de covariance de  $\zeta$  .

La méthode usuelle de l'estimation des paramètres du modèle LisreL a été appliquée par Jöreskog 1967 et les formules des équations sont<sup>17</sup> :

$$\eta = B\eta + \Gamma\xi + \zeta \dots\dots\dots(1): B \in R^{m \times m}$$

$$Y = \Lambda_y \eta + \varepsilon \dots\dots\dots(2): \Gamma \in R, \quad \eta \in R^{m \times 1}, \xi \in R^{n \times 1}$$

$$X = \Lambda_x \xi + \delta \dots\dots\dots(3): \det(I - B) \neq 0$$

Ces modèles peuvent être réécrites comme suit :

$$\text{Le modèle structurel } (\eta_{(m \times 1)} = B_{(m \times m)} * \eta_{(m \times 1)} + \Gamma_{(n \times m)} * \xi_{(n \times 1)} + \zeta_{(m \times 1)})$$

$$\text{Le modèle de mesure } \left( \begin{array}{l} Y_{(p \times 1)} = \Lambda_{y(p \times m)} * \eta_{(m \times 1)} + \varepsilon_{(p \times 1)} \\ X_{(q \times 1)} = \Lambda_{x(q \times n)} * \xi_{(n \times 1)} + \delta_{(q \times 1)} \end{array} \right)$$

**Remarque :**

$\eta_{(m \times 1)}$  Vecteur colonne,  $B_{(m \times m)}$  matrice carrée,  $\xi_{(n \times 1)}$  Vecteur vertical,....

À première vue le modèle de LisreL constitué entre deux équations (2) et (3) dans l'équation structurelle (1) et on peut construire le modèle linéaire LisreL de la manière suivante :

On prend :

$$\zeta = 0, \quad B = 0, \quad m = n = p = q = 1, \quad \Lambda_x = \Lambda_y,$$

Le modèle LisreL suppose que  $E(\xi) = E(\eta) = 0$  et il n'est pas facile de résoudre les équations. À cet égard, il existe des méthodes itératives pour estimer les paramètres.

De toute façon, ça nécessite la construction d'un ensemble d'équations, et cette méthodologie exige une définition dite **Matrice variance- covariance** qui donne une valeur théorique d'où ses éléments théorique sont des fonctions non linéaire de paramètres  $\Lambda_x, \Lambda_y, \Gamma$  et encore  $\xi, \zeta, \delta, \varepsilon$  existent pour faciliter les procédures.

Ainsi, on prend  $B=0$ , et on suppose que le vecteur aléatoire des résidus tel que  $\text{cov}(\zeta, \xi) = 0$ , les vecteurs non mesurées latentes  $\eta$  et  $\xi$  définit par les vecteurs mesurées (manifestes) pour les  $x$  et  $y$  respectivement par le modèle de mesure (L'Analyse factorielle), sachant que  $y \in R^{p \times 1}, x \in R^{q \times 1}$  et  $\text{cov}(\delta, \xi) = 0, \text{cov}(\varepsilon, \eta) = 0$ , et  $(I - B)$  inversible<sup>18</sup>. On a aussi :

$$y = \Lambda_y (I - B)^{-1} (\Gamma \xi + \zeta) + \varepsilon \dots \dots (4)$$

Supposons que  $\Lambda_x^t \Lambda_x$  sont inversibles et on va changer l'équation (3) en injectant  $\Lambda_x^t \Lambda_x$  par rapport aux deux cotés

$$\Lambda_x^t = \Lambda_x^t \Lambda_x \xi + \Lambda_x^t \delta \Rightarrow \xi = (\Lambda_x^t \Lambda_x)^{-1} \Lambda_x^t (x - \delta) \dots \dots (5)$$

Nous substituons (5) dans (4) pour trouver :

$$y = \Lambda_y (I - B)^{-1} (\Gamma (\Lambda_x^t \Lambda_x)^{-1} \Lambda_x^t (x - \delta) + \zeta) + \varepsilon \dots \dots (6)$$

L'équation (6) est équivalente aux deux équations (3) et (4) et ce modèle général est dérivé de différents modèles partiels. Par exemple on pose  $B=0$  et  $\Gamma = 0$ .

Cette équation (6) a réduit le modèle factoriel pour  $y$  variables ( $Y = \Lambda_y \zeta + \varepsilon$ ).

Nous allons essayer d'obtenir la Matrice variance – covariance de ce modèle et ce selon la forme suivante<sup>19</sup> :

$$C = \begin{bmatrix} v(x) & \text{cov}(x, y) \\ \text{cov}(y, x) & v(y) \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} \Lambda_y (I - B)^{-1} (\Gamma \Phi \Gamma^t + \Psi) (I - B)^{-1} \Lambda_y^t + \Theta_\varepsilon & \Lambda_y (I - B)^{-1} \Gamma \Phi \Gamma^{-1} \\ \Lambda_x \Phi \Gamma^t (I - B)^{-1} \Lambda_y^t & \Lambda_x \Phi \Lambda_x^t + \Theta_\delta \end{bmatrix}$$

On applique la méthode Maximum de vraisemblance pour estimer les paramètres de Censé modèle afin d'atteindre la réduction maximale de la différence entre les éléments de la Matrice variance – covariance notés par **S** et les valeurs des éléments de la Matrice variance – covariance correspondant de Censé modèle noté par **C**<sup>20</sup>.

• **Estimation des paramètres de modèles LisreL:**

Cette matrice peut être estimée à partir de celle de la covariance empirique notée **S**.

On doit donc trouver  $\hat{C}$  telle que  $\hat{C}$  et **S** soient les plus proches possible au sens d'une fonction à optimiser préalablement définie<sup>21</sup>:

La fonction à optimiser aura les propriétés suivantes :

$F(S, C)$  est un Produit scalaire.

$F(S, C) \geq 0$

$S = C \Leftrightarrow F(S, C) = 0$

$F(S, C)$  est continue en **S** et **C**.

On suppose que les données dépendent de la loi normale et on utilise la méthode usuelle pour estimer les paramètres du modèle (Maximum de vraisemblance) et l'estimateur (ML) qui permet de minimiser la fonction<sup>22</sup>  $F_{ML} = Ln|C| - Ln|S| + tr(C^{-1}S) - P$  telle que  $P = tr(\hat{C}^{-1}S)$

Il existe d'autres méthodes permettant d'estimer les paramètres du modèle en utilisant les fonctions suivantes<sup>23</sup> :

- 1- Méthode de moindres carrés non pondérés .

$$U = \frac{1}{2} tr(S - C)^2$$

- 2- Méthode de moindres carrés généralisé

$$G = \frac{1}{2} tr(I - S^{-1}C)^2$$

- 3- Méthode de moindres carrés pondérés

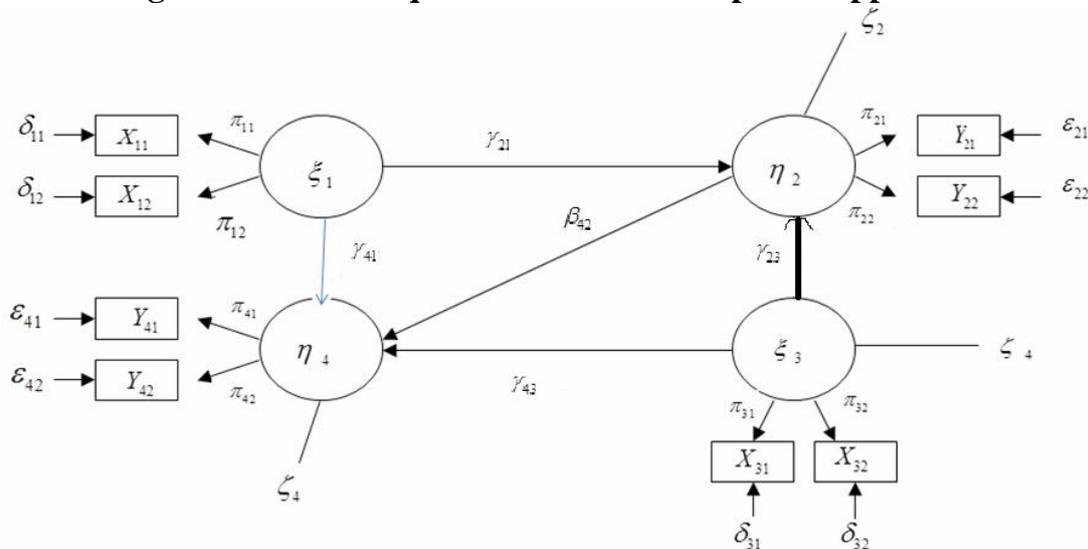
$$F_{ADF/WLS} = (S - C)^t W^{-1} (S - C)$$

D'où la matrice W est une matrice de poids. Elle est composée des covariances des éléments de S.

- **La représentation graphique :**

Comme pour PLS, les équations structurelles peuvent être représentées par un **path diagram**, c'est-à-dire un graphe orienté dans lequel les variables latentes sont représentées par des cercles et les variables manifestes par des carrés. La figure (3) représente un modèle avec 4 variables latentes et chacune a deux variables manifestes.

**Fig. 3 – Modèle d'équations structurelles pour l'approche Lisrel**



Source : selon l'imagination du chercheur

Ce graphe représente donc un modèle structurel défini par les équations suivantes :  
On a deux variables endogènes  $\eta_2, \eta_4$ , telles que :

$$\eta_2 = \gamma_{12}\xi_1 + \gamma_{32}\xi_3 + \zeta_2$$

$$\eta_4 = \gamma_{11}\xi_1 + \gamma_{34}\xi_3 + \beta_{24}\eta_2 + \zeta_4$$

Les variables manifestes de la variable latente exogène sont définies par :

$$X_{kj} = \pi_{kj}\xi_k + \delta_{kj}, \quad \begin{cases} k=1,3 \\ j=1,2 \end{cases}$$

Les variables manifestes des variables latentes endogènes sont définies par<sup>24</sup>:

$$\gamma_{kj} = \pi_{kj}\eta_k + \xi_{kj}, \quad \begin{cases} k=2,4 \\ j=1,2 \end{cases}$$

• **Test de validation du modèle :**

Nous donnons les plus importants indicateurs qui sont :

**1- Test de validation globale du modèle**

Si le modèle étudié est « exact » alors

$$(n-1)F(S, \hat{C}) = \chi^2(Df)$$

Les degrés de liberté Df = nb de covariance – nb de paramètre

Le modèle est accepté si  $\frac{\chi^2}{Df} \leq 3$  ou (p-value >  $\alpha$ ) ( $\alpha$  : 0.05 0.01)<sup>25</sup>

**2- Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA)**

Cet indice calcule la différence entre la matrice de covariance obtenue et celle de la population globale :

$$\text{RMSEA} = \sqrt{\frac{\chi_t^2 - df}{n-1}} = \sqrt{\frac{\chi_t^2 - 1}{df}} = \sqrt{\frac{f}{df} - \frac{1}{n-1}}$$

Empiriquement, on tend à accepter le modèle si  $\text{RMSEA} \leq 0.05$ <sup>26</sup>

**3- La Qualité d'Ajustement (GFI)**

$$\text{GFI} = 1 - \frac{\text{tr}(W^{-\frac{1}{2}}(S - \hat{C})W^{-\frac{1}{2}})^2}{\text{tr}(W^{-\frac{1}{2}}SW^{-\frac{1}{2}})^2}$$

Le modèle est accepté si :  $\text{GFI} \geq 0.95$ <sup>27</sup>

$\text{GFI}$  et  $\text{AGFI} \geq 0.9$

**4- La Qualité d'Ajustement ajustée (AGFI)**

Elle est définie par :

$$\text{AGFI} = 1 - \left[ \frac{n(n+1)}{2df} \right] [1 - \text{GFI}]$$

Le modèle est accepté si :  $\text{GFI} \geq 0.95$  .

**5- Qualité d'ajustement normée (Bentler- Bonett NFI)**

Elle est définie par :

$$\text{NFI} = \frac{\chi_0^2 - \chi_t^2}{\chi_0^2}$$

Le modèle est accepté si :

$\text{NNFI} \geq 0.9$  ou même  $0.95$ <sup>28</sup>.

**6- Indice d'ajustement non normée (NNFI)**

On l'appelle aussi indice de **Tucker-Lewis, (TLI)**

Elle est définie par :

$$NNFI = \frac{\frac{\chi_0^2}{df_0} - \frac{\chi_t^2}{df_t}}{\frac{\chi_0^2}{df_0} - 1}$$

NNFI  $\geq$  0.9 ou même 0.95<sup>29</sup>.

### 7- (CFI) Indice comparatif d'ajustement

Elle est définie par :

$$CFI = \frac{(\chi_0^2 - df_0) - (\chi_t^2 - df_t)}{(\chi_0^2 - df_0)}$$

Le modèle est accepté si CFI  $\geq$  0.9<sup>30</sup>.

### III- La comparaison entre PLS et Lisrel :

LISREL estime, à l'aide du maximum de vraisemblance, le système d'équations structurelles. Chaque variable manifeste s'écrit en fonction de sa variable latente  $X_{jh} = \lambda_{jh}\xi_j + \varepsilon_{jh}$ . Le premier coefficient  $\lambda_{j1}$  est fixé à 1 et les autres sont estimés par maximum de vraisemblance en supposant que les variables manifestes suivent une loi multi normale.

L'algorithme utilisé dans l'approche PLS consiste à estimer, d'une part, des variables latentes et d'autre part, des équations structurelles. Pour les variables latentes, l'estimation se fait par itération entre l'estimation externe et l'estimation interne. Dans l'estimation externe, les variables latentes standardisées sont estimées comme une combinaison linéaire de leurs variables manifestes centrées. Dans l'estimation interne, on estime les variables latentes en considérant les relations les reliant. La valeur initiale des coefficients de régression est égale à  $\pm 1$ , en fonction de la corrélation entre les variables latentes, ou de celle entre les variables latentes et leurs manifestes associées. Les équations structurelles sont estimées à l'aide de régressions multiples classiques (OLS) dans lesquelles les variables latentes sont remplacées par leurs estimations<sup>31</sup>

Le tableau suivant présente une comparaison entre les deux méthodes:

**Tableau 1 : Comparaison PLS – LISREL**

| Critère                            | PLS                                                                         | LISREL                                                                        |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| Objectif                           | Orientée vers la réalisation des prévisions                                 | Orientée vers l'estimation des Paramètres                                     |
| Méthodologie                       | Basée sur variance                                                          | Basée sur covariance                                                          |
| Variabes latentes (VL)             | Combinaison linéaire de ses VM                                              | Combinaison linéaire de toutes les VM                                         |
| Relations entre VL et VM associées | Type réflectif ou formatif                                                  | Type réflectif                                                                |
| Optimalité                         | Pour la précision des prévisions                                            | Pour la précision des paramètres                                              |
| Qualité des sous-modèles           | Modèle externe meilleur car les VL sont contenues dans l'espace de leurs VM | Modèle interne meilleur car les VL sont estimées dans un espace non restreint |

|                               |                                                       |                                                                                              |
|-------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Complexité modèle             | Grande (ex: 100 VL, 1000 VM)                          | Réduite ou modéré (<100 VM)                                                                  |
| Taille min échantillon        | 30-100 cas                                            | 200-800 cas                                                                                  |
| Traitement données manquantes | NIPALS*                                               | Maximum de vraisemblance                                                                     |
| Identification                | Dans le cadre du modèle récursif, toujours identifiée | Dépend du modèle; idéal : 4 où plusieurs VM pour une VL, 3 pour être correctement identifiée |

Source :(saporta; stan , 2015)

## **Deuxième partie: Un exemple d'application de SEM En Management**

### **1. Le contexte :**

Le management stratégique de l'information économique est devenu l'un des moteurs essentiels de la performance globale des entreprises. En effet, le processus de mondialisation des marchés contraint les agents économiques à s'adapter aux nouveaux équilibres qui s'établissent entre concurrence et coopération. Désormais, la conduite des stratégies industrielles repose largement sur la capacité des entreprises à accéder aux informations stratégiques pour mieux anticiper les marchés à venir et les stratégies des concurrents.

Cette étude et après un recensement des enjeux de l'Information Économique pour les entreprises algériennes, a donc pour but de donner un model pouvant concrétiser l'application des équations structurelles pour chaque fonction informationnelle et qui sont : le renseignement, le stockage sécurisé de l'information et la diffusion.

Pour y arriver, on a sélectionné un échantillon de 53 entreprises répartis équitablement entre les trois régions du pays (centre, est et ouest) et qui ont fait l'objet de distribution d'un questionnaire englobant -par ses axes- tout ce qui touche les hypothèses sus mentionnées. 46 questionnaires étaient aptes à être analysés et les résultats ont été interprétés comme suit :

### **2. Questions de recherche et hypothèses :**

A partir de ce modèle, nous avons décidé de tester les hypothèses suivantes :

#### **Hypothèse principale :**

L'information économique joue un rôle dans le management stratégique des entreprises. Et pour atteindre de bons résultats on l'a scindé en trois hypothèses secondaires et qui sont :

---

\*NIPALS (N)onlinear estimation by I(terative P)artial least S(quares), (Wold, 1966) ).

1. Le renseignement contribue massivement à la bonne formulation des stratégies ainsi que les objectifs y afférents des entreprises.
2. La diffusion facilite le suivi et la bonne application des stratégies tracées par les managers des entreprises.
3. Le stockage sécurisé permet de préserver le patrimoine informationnel des entreprises et de renforcer leurs positions concurrentielles.

Dans cette étude, un modèle est utilisé pour analyser l'effet structurel de l'information économique sur la gestion stratégique des entreprises. Le cycle d'information se compose de trois éléments : le renseignement, la diffusion et le stockage sécurisé et qui affectent la variable latente (la gestion stratégique) qui est sous le type formatif.

Ce qui est important dans cette étude est de tester l'ajustement du modèle global SEM qui repose sur l'hypothèse principale nulle:

Ho: Le modèle d'hypothèse global présente un bon ajustement.

En acceptant cette principale hypothèse, la modélisation structurelle indique que le modèle présenté reproduit adéquatement notre conceptualisation des covariances observées et que les données correspondent au modèle proposé. Enfin, nos hypothèses par rapport à la «gestion stratégique».

L'information économique a un effet structurel positif sur la gestion stratégique. Par conséquent, cette étude tente également de tester les hypothèses suivantes :

H1 : Le «renseignement» a une influence structurelle positive sur la gestion stratégique.

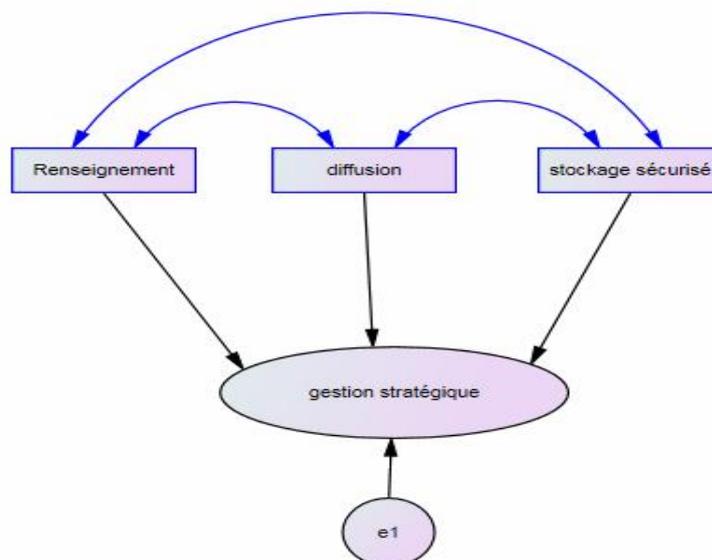
H2 : La «diffusion» a une influence structurelle positive sur la gestion stratégique.

H3 : Le «stockage sécurisé» a une influence structurelle positive sur la gestion stratégique.

Afin de faciliter le processus de traitement on a utilisé l'échelle de Likert à cinq degrés pour évaluer les réponses, et qui sont:

- très Bon (5)
- Bon (4)
- moyen (3)
- mauvais (2)
- très mauvais (1)

**Figure 4 : Le modèle conceptuel de la recherche**

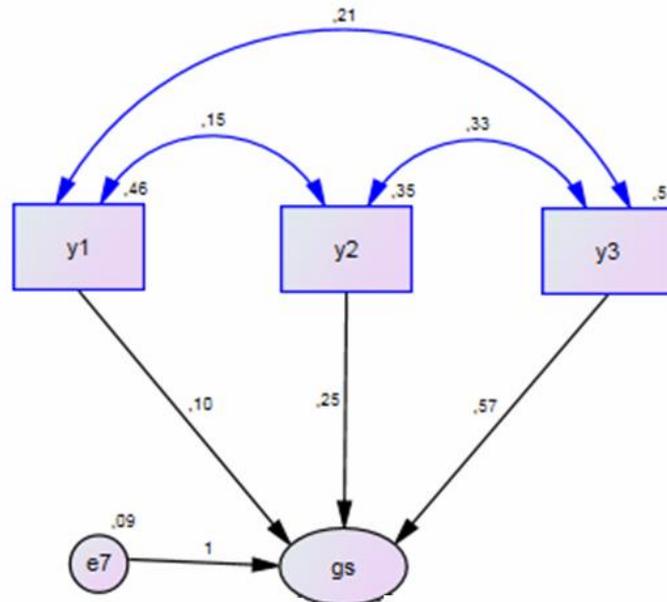


**Source : selon l'imagination du chercheur**

### 3. Analyse et interprétation des résultats :

Les données de l'étude ont été traitées à l'aide de logiciels (spss , spss Amos 22) et dans ce qui suit, nous allons présenter successivement les résultats des analyses structurelles.

**Figure 5 : Le modèle conceptuel de la recherche (1)**



Source : Les Résultats de SPSS Amos

### 4. Estimation des paramètres et adéquation du modèle :

Dans le modèle causal, l'estimation des paramètres est fondée sur la minimisation d'une fonction d'adéquation rapprochant la matrice de covariance calculée sur les données collectées et la matrice théorique issue de la modélisation. On utilise la méthode du maximum de vraisemblance.

La notation des variables est la suivante :

G.S : Gestion Stratégique.

Y1-Y3 : les composantes de la variable Information Economique « I.E » (le renseignement, la diffusion et le stockage sécurisé).

**Tableau 2 : Les indicateurs d'importances**

| indicateur | CFI  | NFI  | RMSEA | AGFI | GFI  | $\frac{\chi^2}{df}$ |
|------------|------|------|-------|------|------|---------------------|
| Valeur     | 0.98 | 0.96 | 0.08  | 0.86 | 0.93 | 1.68                |

Source : Les Résultats de SPSS Amos

La validation du modèle théorique comporte deux étapes. Il convient d'une part d'évaluer la qualité du modèle global et d'autre part d'examiner l'adéquation des différentes parties du modèle.

### **5. Interprétation des résultats :**

Le tableau 2 indique que le modèle structurel présente un bon ajustement. En effet, le Khi-deux normé présente une valeur inférieure à 3. Les indices GFI, NFI et CFI sont supérieurs à 0,9 et très proches de 1. En outre, le RMSEA est inférieurs à 0,1 et convergent vers 0.

Par ailleurs, les résultats du tableau 2 permettent de vérifier la significativité et l'importance des liens de causalité entre la gestion stratégique et les composantes de l'information économique (le renseignement, la diffusion et le stockage sécurisé) pour valider les hypothèses de recherche.

**Tableau 3 : Résultats des liens de causalité et validation des hypothèses de recherche**

| Test d'hypothèse nulle<br>$H_0$ | Sig   | Valeur T | Les hypothèses<br>Partielles               |
|---------------------------------|-------|----------|--------------------------------------------|
| Confirmée                       | 0.03  | 2.23     | $H1$<br>( <i>G.S ; Renseignement</i> )     |
| Confirmée                       | 0.000 | 3.32     | $H2$<br>( <i>G.S ; Diffusion</i> )         |
| Confirmée                       | 0.000 | 8.37     | $H3$<br>( <i>G.S ; Stockage sécurisé</i> ) |

**Source : Les Résultats de SPSS Amos**

$$G.S = 0.1y_1 + 0.25y_1 + 0.57y_1 + 0.09$$

Comme le montre le tableau 3, les hypothèses de recherche H1, H2 et H3 sont confirmées. En effet, les tests de Student sont supérieurs à 2 et les niveaux de probabilités sont significatifs au risque de 5%. Ainsi, nous pouvons conclure que la gestion stratégique dépend positivement du renseignement, la diffusion et le stockage sécurisé qui représentent les différentes fonctions du cycle d'information.

### **Conclusion :**

Nous avons pu conclure à partir de ce travail de recherche, que l'usage de la méthode des équations structurelles a atteint un niveau de maturité permettant le développement de la théorie grâce à une démarche rigoureuse et un ensemble de techniques avancées qui permettent de générer des résultats précis et pertinents. En effet, la notion des variables latentes, la résolution des systèmes d'équations simultanées, la prise en considération des erreurs de mesure et la validation des échelles multi-items etc., s'attachent à rendre cette méthode plus efficace et plus puissante. Par conséquent, la discussion des résultats conduit généralement à la proposition des informations riches et approfondies, dans le but de suggérer un ensemble de recommandations théoriques et opérationnelles.

Partant de notre exemple en management, l'application de ces équations nous ont permis de vérifier l'existence du rôle de l'information économique par ses fonctions à savoir : le renseignement, la diffusion et le stockage sécurisé informationnelle dans le domaine stratégique des entreprises.

## **Références bibliographiques :**

- <sup>1</sup> - Barroso da Costa, Carla, La modélisation par équation structurelle : une approche graphique, centre sur les applications des modèles de Réponses aux Items – CAMRI-, université du Québec à Montréal, 2010,p:1.
- <sup>2</sup> - Fernandes, Valérie, (2012), En quoi l'approche PLS est-elle une méthode à (re) - découvrir pour les chercheurs en management, Association internationale de management stratégique, 15(1) : 102-123.
- <sup>3</sup> - BOUDON, Raymond ; GAUTIER, Marie ; Bertrand, SAINT-SERNIN . (2015) . CAUSALITÉ , Encyclopédie Universalisé, [www.universalis.fr](http://www.universalis.fr) .
- <sup>4</sup> - SKRONDAL, ANDERS ;RABE-HESKETH , SOPHIA . ( 2007) . Latent Variable Modelling: A Survey, Board of the Foundation of the Scandinavian Journal of Statistics , 34(1) : 712–745 .
- <sup>5</sup> - Tenenhaus , Michel, La régression PLS : théorie et pratique, Technip , paris, 1998, p : 234 .
- <sup>6</sup> - Henseler, Jörg; Ringle, Christian M.; Sinkovics, Rudolf R . (2009). The use of partial least squares path modeling in international marketing, *Advances in International Marketing*, 20 ( 10 ): 277-319.
- <sup>7</sup> - Kwong , Ken ; Wong , Kay . ( 2013 ) . Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Techniques Using Smart PLS , *Marketing Bulletin* , 24(1):1-32.
- <sup>8</sup> - ibid ,p :2.
- <sup>9</sup> -Fornell , claes; bookstein, fred, (1982 ), Two structural equation models Lisrel and PLS applied to consumer exit voice theory , *Journal of marketing research* , 19(4): 440-452.
- <sup>10</sup> - Jackbowing, Emanuel, les modèles d'équations structurelles à variables latentes cours des statistiques multivariées approfondie, centre d'étude et de recherche en informatique et communication – Cédric - , paris, 2012, p :10.
- <sup>11</sup> - Jackbowing , Emanuel , contribution aux modèles d'équations structurelles à variables latentes, thèse doctorat soutenue publiquement à l'université de paris, 2007, p : 20 .
- <sup>12</sup> - Hooper, D., Coughlan, J., Mullen, M, (2008), Structural Equation Modelling: Guidelines for Determining Model Fit, *Electronic Journal of Business Research Methods*, 6(1), 53-60.
- <sup>13</sup> - Oestermark .R ; Aaltonen. J, (1995 ), the structural relationship between financial ratios and capital asset pricing , *journal of systems sciences*, 26(5) : 1129-1152 .
- <sup>14</sup> - Roussel , patrice ; wacheux , Frédéric , *Management des ressources humaines: Méthodes de recherche en sciences humaines et sociales*, de boeck , Bruxelles, p : 298.
- <sup>15</sup> - Fox, John , ( 2006 ) , An Introduction to Structural Equation Modelling, Department of Politics and International Relations ESRC Oxford Spring School , London, p:112 .
- <sup>16</sup> - Jackbowing , Emanuel , 2012, op.cit , p : 18 .
- <sup>17</sup> - Oestermark ; Aaltonen, op.cit, p :1132.
- <sup>18</sup> - - ibid , p : 1133 .
- <sup>19</sup> - Gillard, Jonathan, ( 2010 ) , An overview of linear structural models in errors in variables regression, *REVSTAT - statistical journal*, 8(6):57-80.
- <sup>20</sup> - تيغرة، أحمد بوزيان، ( 2012 ) ،التحليل العاملي لاستكشاف والتوكيد، دار المسيرة، عمان، ص: 118 .
- <sup>21</sup> - Jackbowing , Emanuel , 2012, op.cit , p :29 .
- <sup>22</sup> - Johnson, Richard .A ; wrichen dean .w, *applied multivariate statistical analysis*, pearson , New Jersey,2007, p: 488 .

<sup>23</sup> - Joreskorg, karl, ( 1978 ), structural analysis of covariance and correlation matrices, *psychometrika*, 43 (4): 443-477.

<sup>24</sup> - Saporta, Gilbert ; stan, valentina, une comparaison expérimentale entre les approches PLS et LisreL, 2015 , cedric .cnam.fr :1-6.

<sup>25</sup> - De Carvalho, Jackson ; Chima, Felix O , ( 2014), Applications of Structural Equation Modeling in Social Sciences Research, *American International Journal of Contemporary Research*,4(1): 6-11 .

<sup>26</sup> - StataCorp, Stata: Release 13, Statistical Software , College Station, TX: StataCorp LP , Texas, 2013, p:141.

<sup>27</sup> - Schermelleh-Engel , Karin; Moosbrugger , Helfried ; Müller , Hans . ( 2003).Evaluating the Fit of Structural Equation Models: Tests of Significance and Descriptive Goodness-of-Fit Measures , *Methods of Psychological Research* , 8(2): 23-74.

<sup>28</sup> - Tenenhaus , Michel . ( 2015). Analyse factorielle confirmatoire, Modèle de causalité (Path Analysis) et Modélisation d'équations structurelles sur variables latentes , chambre de commerce et d'industrie de paris. [www.hec.edu/content](http://www.hec.edu/content) .

<sup>29</sup> - Hoyle, Rick. H. *Handbook of structural equation modeling* , Guilford print book, New York , 2012 , p: 213 .

<sup>30</sup> - Jackson , Dennis L. ; Gillaspay, Jr, J. Arthur; Purc-Stephenson , Rebecca .( 2009 ). Reporting Practices in Confirmatory Factor Analysis: An Overview and Some Recommendations, *Psychological Methods* , 14 (1): 6–23.

<sup>31</sup> - saporta; stan , op .cit , p : 2 .