



République Tunisienne  
Ministère de l'Economie et de la Planification  
Institut Tunisien de la Compétitivité et des Etudes Quantitatives

Notes d'analyse de l'ITCEQ  
n° 78 - Mai 2026



**Intégration de  
l'Intelligence Artificielle  
et des technologies avancées :**

**Analyse des trajectoires de maturité  
digitale en Tunisie**

Elaborée par :  
Mme Olfa Bouzaiene

Le présent document est la propriété de l'Institut Tunisien de la Compétitivité et des Études Quantitatives (ITCEQ). Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, de la présente publication, faite sans l'autorisation écrite de l'ITCEQ, est considérée comme illicite et constitue une contrefaçon.

Les résultats, interprétations et conclusions émis dans cette publication sont ceux de(s) auteur(s) et ne devraient pas être attribués à l'ITCEQ, à sa Direction ou aux autorités de tutelle.

*Ce document est élaboré par Mme Olfa BOUZAIENE, dans le cadre du programme d'activité de l'ITCEQ, au sein de la Direction Centrale Synthèse et Modélisation, sous la supervision de M. Abdelaziz HOUICHI.*

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>3</b>
<b>I. CAPACITE D'ABSORPTION DES ENTREPRISES : FONDEMENTS THEORIQUES ET ANALYSE FACTUELLE .....</b>	<b>4</b>
1. CAPACITE D'ABSORPTION : FONDEMENTS THEORIQUES ET CONCEPTUELS .....	4
2. CAPACITE D'ABSORPTION DES ENTREPRISES TUNISIENNES : UNE ANALYSE DESCRIPTIVE BASEE SUR LES DONNEES D'ENQUETE.....	5
<b>II. MATURITE DIGITALE DES ENTREPRISES : ANALYSE EN CLUSTERING.....</b>	<b>10</b>
1. CLASSIFICATION DES ENTREPRISES SELON LEUR MATURITE DIGITALE.....	10
2. VALIDATION DES CLUSTERS PAR ANALYSE DISCRIMINANTE.....	13
<b>III. DYNAMIQUE ET MODELE D'INTEGRATION DES TECHNOLOGIES AVANCEES .....</b>	<b>15</b>
1- CONFIGURATION CONJOINTEMENT LES DIMENSIONS TECHNOLOGIQUES ET ORGANISATIONNELLES DANS LE PROCESSUS DE TRANSFORMATION DIGITALE ?.....	16
2- APPROCHE EXPLORATOIRE DES TRAJECTOIRES D'ADOPTION DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE .....	18
3. TRAJECTOIRES D'ADOPTION DE L'IA ET DYNAMIQUES D'INTEGRATION .....	20
a. <i>Trajectoire 1 : Approche séquentielle</i> .....	21
b. <i>Trajectoire 2 : L'accélération par l'intelligence artificielle</i> .....	21
c. <i>Trajectoire3 : Complémentarité entredigitalisation et Intelligence Artificielle</i> .....	21
<b>IV. RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>23</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>27</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>28</b>
ANNEXE 1 : OPERATIONNALISATION DES DIMENSIONS DE LA CAPACITE D'ABSORPTION.....	28
ANNEXE 2 : NOTE METHODOLOGIQUE ET RESULTATS DE LA CLASSIFICATION PAR NUEES DYNAMIQUES .....	29
ANNEXE3 : NOTE METHODOLOGIQUE ET RESULTATS DE L'ANALYSE FACTORIELLE DISCRIMINANTE (AFD) ...	30
ANNEXE 4 : RESULTATS DE L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES (ACP NON LINEAIRE).....	32

## Liste des figures

<b>Figure 1</b> : Les dimensions de la capacité d'absorption.....	4
<b>Figure 2</b> : Le modèle de Boynton, Zumd et Jacobs (1994) .....	5
<b>Figure 3</b> : Acquisition des technologies dans les entreprises Tunisiennes .....	6
<b>Figure 4</b> : Assimilation des technologies par activité dans les entreprises Tunisiennes.....	6
<b>Figure 5</b> : Transformation des connaissances dans les entreprises Tunisiennes.....	7
<b>Figure 6</b> : Exploitation des technologies dans les entreprises Tunisiennes .....	8

## Liste des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Principaux obstacles à la capacité d'absorption .....	9
<b>Tableau 2</b> : Intention d'innover et mise en œuvre effective.....	9
<b>Tableau 3</b> : Grille de lecture des profils : analyse des déséquilibres de la capacité d'absorption .....	15
<b>Tableau 4</b> : Comparaison des clusters selon les déterminants technologiques et organisationnels de la transformation digitale .....	16
<b>Tableau 5</b> : les trajectoires d'Adoption de l'IA par Profil d'entreprise .....	22

## Introduction générale

L'économie mondiale traverse une phase de transformation profonde, portée par la diffusion rapide des technologies numériques et par l'essor de l'intelligence artificielle. La digitalisation des processus productifs, des chaînes de valeur et des modes de gestion redéfinit les modalités de la concurrence et modifie durablement les sources de création de valeur. Dans ce contexte, les technologies avancées ne constituent plus de simples outils d'optimisation, mais deviennent des déterminants centraux de la performance opérationnelle des entreprises.

Dans un environnement international de plus en plus concurrentiel, la transformation numérique constitue non seulement une opportunité de rattrapage économique, mais aussi un levier de différenciation essentiel pour les entreprises tunisiennes. Ces dernières doivent inscrire l'enjeu de l'intégration digitale en tête de leur stratégie organisationnelle. Toutefois, la réussite de cette transition va dépendre de la capacité d'absorption technologique de l'entreprise, soit son aptitude à identifier, assimiler et exploiter les connaissances et les technologies. L'intelligence artificielle occupe, à cet égard, une position centrale : Elle ne permet pas seulement l'automatisation de la production, mais aussi elle favorise la création d'idées nouvelles, notamment grâce à la recombinaison d'idées existantes. Elle accélère ainsi le processus d'innovation en facilitant la sélection des meilleures idées. Toutefois, ses effets sur la productivité ne sont pas encore pleinement visibles, car les transformations technologiques prennent du temps avant de produire des résultats mesurables. Dans cette perspective, une interrogation majeure s'impose dès lors : Dans quelle mesure l'aptitude des entreprises à intégrer, assimiler, valoriser et exploiter la technologie et les connaissances conditionne-t-elle la conversion réelle de l'investissement numérique, via notamment l'intelligence artificielle, en innovation et en performance ?

Pour répondre à ces questions, la présente note propose, dans un premier temps, une analyse de la capacité d'absorption des entreprises tunisiennes, sur la base des résultats de la première enquête sur l'économie du savoir menée par l'ITCEQ, intitulée « *Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale* ». Dans un second temps, elle cherche à identifier des profils d'entreprises distincts, caractérisés par des trajectoires différenciées de transformation digitale. Puis, une analyse croisée examine les corrélations entre ces profils, l'intégration de l'intelligence artificielle et la culture organisationnelle, afin d'évaluer dans quelle mesure ces leviers participent conjointement à un processus intégré de transformation organisationnelle, culturelle et digitale. Enfin, cette étude propose des actions ciblées pour lever les barrières au processus de digitalisation en tenant compte des spécificités de chaque type d'entreprise.

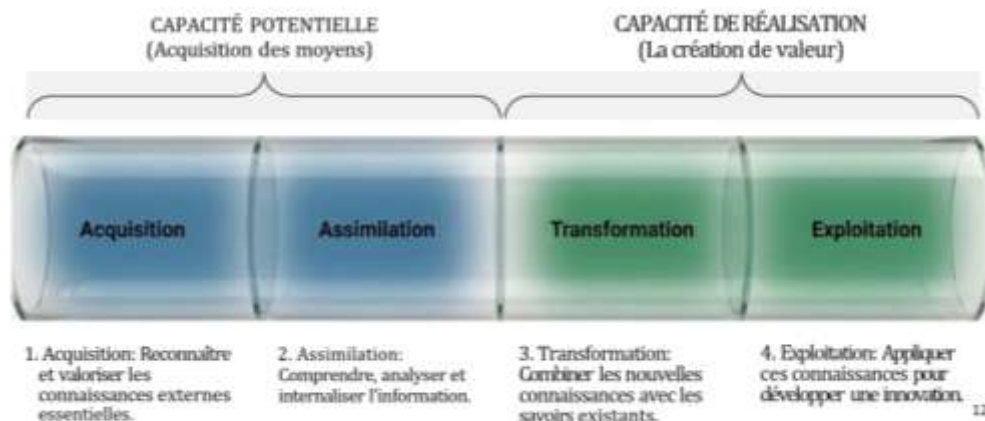
## I. Capacité d'absorption des entreprises : Fondements théoriques et analyse factuelle

La capacité d'absorption constitue un levier conditionnant l'appropriation et l'exploitation optimale des outils technologiques, et s'impose dans un contexte de transformation numérique accélérée comme un facteur déterminant de différenciation entre les entreprises. L'objectif de cette analyse est, dans un premier temps, de définir les piliers théoriques de ce concept, en mettant en évidence ses principales dimensions, notamment l'acquisition des connaissances, leur assimilation interne, leur transformation en compétences opérationnelles et leur exploitation effective dans les processus de production et de gestion. Dans un second temps, il s'agit d'analyser ces dimensions à la lumière de la réalité factuelle des entreprises tunisiennes, à travers l'exploitation des données d'enquête, afin d'identifier les niveaux de maturité, les écarts de capacités et les principaux freins à une meilleure intégration des outils technologiques.

### 1. Capacité d'absorption : fondements théoriques et conceptuels

La théorie de la capacité d'absorption, développée par *Cohen et Levinthal (1990)*, postule que l'innovation ne dépend pas uniquement de l'accès aux connaissances externes, mais surtout de l'aptitude des organisations à en reconnaître la valeur, à les assimiler et à les exploiter à des fins économiques. Cette approche met en évidence un processus d'apprentissage cumulatif structuré autour de quatre dimensions complémentaires : l'acquisition et l'assimilation des connaissances, qui relèvent des capacités dites potentielles, puis leur transformation et leur exploitation, qui constituent les capacités de réalisation. La capacité d'absorption apparaît ainsi comme un mécanisme central de conversion de l'information externe en innovation interne.

**Figure 1 : Les dimensions de la capacité d'absorption**



Dans le domaine des technologies de l'information, le modèle du « *Climat de gestion des TI* » développé par *Boynton, Zmud et Jacobs (1994)* met l'accent sur le rôle déterminant de la culture organisationnelle. Dans cette perspective, la capacité d'absorption des technologies ne dépend pas uniquement de leur disponibilité, mais repose surtout sur des convictions partagées quant à leur utilité et leur portée stratégique. Lorsque les interactions entre les spécialistes des systèmes d'information et les responsables métiers s'inscrivent dans une logique de collaboration étroite, un véritable climat de gouvernance des technologies de l'information se met en place. Celui-ci favorise le développement de processus structurés de planification, de pilotage et de conduite des projets numériques, conditionnant ainsi l'appropriation effective des technologies. À l'inverse, en l'absence d'un tel alignement, les outils numériques demeurent souvent cantonnés à des usages opérationnels limités, sans effet significatif sur la performance globale de l'entreprise.

**Figure 2 : Le modèle de Boynton, Zumd et Jacobs (1994)**



Plusieurs travaux ont mobilisé le concept de la capacité d'absorption dans des contextes technologiques, notamment dans le domaine des systèmes d'information, des technologies numériques et de l'innovation digitale (Roberts et al., 2012 et García-Morales et al., 2007). Ces recherches confirment la pertinence de ce concept pour analyser les processus d'appropriation et d'exploitation des technologies au sein des entreprises.

## **2. Capacité d'absorption des entreprises Tunisiennes : une analyse descriptive basée sur les données d'enquête**

### *Acquisition des technologies*

L'acquisition des technologies désigne la capacité des entreprises à identifier, capter et intégrer des informations, des ressources et des savoir-faire issus de leur environnement numérique. Les variables retenues pour la construction de cet axe renvoient principalement à l'usage d'outils numériques de base, tels que la mise en place d'un site web ou d'une page d'accueil, l'utilisation

de plateformes collaboratives et de communication, ainsi que le recours à des outils numériques de gestion (ERP, logiciels de comptabilité, etc.).

**Figure 3 : Acquisition des technologies dans les entreprises Tunisiennes**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

Les résultats de la première enquête sur l'économie du savoir révèlent que 76,2 % des entreprises privées disposent de site web ou de page d'accueil, que 72,5 % sont dotées d'outils numériques de gestion de base (ERP, comptabilité, etc.) et que 60 % sont équipés de plateformes collaboratives. Ces résultats attestent d'un degré avancé d'acquisition des infrastructures numériques, constituant un socle technologique préalable de l'engagement dans un processus de transformation digitale des entreprises tunisiennes.

#### *Assimilation des technologies*

L'assimilation des technologies renvoie à la capacité de l'entreprise à analyser et intégrer les connaissances technologiques acquises au sein de ses routines organisationnelles. Cette dimension est appréhendée à travers le niveau de digitalisation des fonctions internes, notamment la gestion des ressources humaines, le système d'information, la gestion administrative, ainsi que les processus de production, de vente et de livraison. Elle englobe également les pratiques de management et les dispositifs de suivi et de pilotage des activités.

**Figure 4 : Assimilation des technologies par activité dans les entreprises Tunisiennes**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

Les résultats de l'enquête révèlent une assimilation inégale des technologies numériques selon les fonctions de l'entreprise. Elle apparaît élevée dans la gestion administrative (66 %) et soutenue dans les activités de production et de vente (62 %), tandis qu'elle reste modérée en ressources humaines (55 %) et relativement faible dans la gestion du système d'information (43%). Cette configuration met en évidence une digitalisation principalement orientée vers le front-office et les fonctions de soutien, au détriment des systèmes d'information et des processus liés à la gestion des ressources humaines.

### *Transformation des connaissances*

Cette dimension regroupe principalement les variables relatives aux relations avec des acteurs externes tels que les entreprises privées, les startups innovantes, les universités, les centres de recherche, les technopoles et les centres techniques sectoriels. Ces relations traduisent la capacité de l'entreprise à mobiliser et à utiliser les connaissances disponibles à travers des interactions opérationnelles avec son environnement.

**Figure 5 : Transformation des connaissances dans les entreprises Tunisiennes**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEO.*

Le faible investissement en R&D traduit une capacité de transformation des connaissances partiellement développée. La prédominance des partenariats inter-entreprises (68,2 %) révèle une recombinaison des savoirs essentiellement orientée vers des logiques opérationnelles, tandis que les liens avec les universités (40,4 %) et les startups innovantes (37,3 %) indiquent une intégration encore limitée des connaissances scientifiques et entrepreneuriales. La faible mobilisation des centres de recherche (29,0 %) et des technopoles (26,0 %) confirme une capacité de transformation partielle, qui reste peu articulée avec le monde de la recherche.

### *Exploitation des technologies*

La capacité d'exploitation technologique désigne l'aptitude de l'entreprise à recombinaison, adapter et enrichir les connaissances et technologies existantes afin de générer de nouvelles pratiques organisationnelles, de nouveaux produits ou de meilleures performances.

Cet axe est expliqué par des variables liées au développement de l'innovation, à l'amélioration de la rentabilité et de la compétitivité, à la mise en place de canaux de vente numériques (e-commerce, marketplaces, les applications mobiles et l'e-mail marketing) et à l'accroissement de la capacité de production.

**Figure 6 : Exploitation des technologies dans les entreprises Tunisiennes**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

Ces résultats soulignent que les technologies numériques sont principalement perçues comme des leviers d'amélioration des performances internes des entreprises. Elles sont d'abord associées à un accroissement de la capacité de production (46 %) et au soutien à l'innovation (43 %), traduisant leur rôle dans l'optimisation des processus et le renouvellement des pratiques. Leur contribution à la rentabilité et à la compétitivité (40 %) confirme leur impact économique attendu. En revanche, l'apport des technologies en matière de développement des canaux de vente numériques (37 %) apparaît plus limité. Les technologies sont ainsi appréhendées plutôt comme des outils de modernisation productive et organisationnelle.

### *Freins structurels à l'absorption des technologies des entreprises*

L'enquête susmentionnée met en évidence trois obstacles majeurs entravant le développement de la capacité d'absorption des entreprises tunisiennes. Ces freins affectent inégalement les dimensions de la capacité d'absorption (acquisition, assimilation, transformation et exploitation), et par conséquent le processus de digitalisation.

**Tableau 1 : Principaux obstacles à la capacité d'absorption**

Barrières à la capacité d'absorption technologique	Pourcentage des entreprises	Effets sur les dimensions de la capacité d'absorption des technologies
<b>Insuffisance des ressources financières</b>	<b>70,9 %</b>	Limitant les investissements dans les infrastructures technologiques, l'insuffisance des ressources financières freine principalement les phases d'acquisition et d'exploitation.
<b>Pénurie de compétences numériques</b>	<b>63,3 %</b>	Révélat une inadéquation entre l'offre de compétences sur le marché du travail et les besoins réels des entreprises, la pénurie de compétences numériques bloque l'assimilation des connaissances externes et freine leur intégration dans les routines, les processus et les pratiques internes de l'entreprise (phase de transformation).
<b>Résistance au changement</b>	<b>58 %</b>	En raison d'une culture interne peu favorable à l'apprentissage de nouvelles connaissances et compétences, la résistance au changement constitue un obstacle majeur à la phase d'assimilation, en freinant l'intégration de nouvelles routines, pratiques et technologies.

*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

La combinaison de ces contraintes limite fortement l'efficacité des efforts engagés par les entreprises tunisiennes. L'incapacité à convertir les connaissances acquises en résultats économiques met en évidence une fragilité structurelle de la capacité d'absorption réalisée.

**Tableau 2 : Intention d'innover et mise en œuvre effective**

	Pourcentage des entreprises
<b>Apport des nouvelles technologies au niveau de l'innovation</b>	<b>86 %</b>
<b>Entreprise ayant effectué au moins une innovation</b>	<b>19 %</b>
<b>Recours aux incitations publiques pour la R&amp;D</b>	<b>11 %</b>

*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

L'analyse met en évidence un écart significatif entre l'importance accordée aux nouvelles technologies comme levier d'innovation et leur traduction effective en actions structurées au sein des entreprises privées. En effet, 86 % des entreprises considèrent que ces technologies stimulent l'innovation, alors que seules 19 % déclarent avoir effectivement innové. Ce décalage révèle une faiblesse des phases de transformation et d'exploitation de la capacité d'absorption, les intentions stratégiques se traduisant encore insuffisamment par des engagements concrets en matière de recherche et développement. Par ailleurs, le faible recours aux mécanismes publics de soutien à la R&D (11 %) traduit une sous-utilisation des dispositifs disponibles ainsi qu'une faible articulation entre les politiques publiques et les stratégies des entreprises.

Si l'analyse univariée dresse un premier constat du niveau de digitalisation des entreprises tunisiennes, l'élaboration de profils de maturité digitale devient dès lors indispensable pour

identifier les leviers organisationnels et managériaux capables de garantir le passage vers des technologies de rupture.

## **II. Maturité digitale des entreprises : Analyse en Clustering**

L'objectif de cette analyse est de comparer les profils d'entreprises selon leur degré d'avancement dans la transformation numérique. La démarche consiste à établir une classification des entreprises en fonction de leur niveau de maturité digitale. Une approche méthodologique fondée sur l'opérationnalisation des quatre dimensions de la capacité d'absorption est adoptée, en mobilisant une analyse factorielle exploratoire. Les variables ainsi construites servent de base à une classification par nuées dynamiques, permettant de dégager une typologie des entreprises selon leur niveau de maturité digitale. Cette démarche est ensuite validée par une analyse discriminante, garantissant la robustesse et la pertinence des groupes identifiés.

### **1. Classification des entreprises selon leur maturité digitale**

Afin d'opérationnaliser les dimensions de la capacité d'absorption, l'analyse s'appuie sur les données issues de l'enquête sur la digitalisation des entreprises tunisiennes, en ne retenant que les entreprises déjà engagées dans un processus de digitalisation ou déclarant leur intention de s'y engager (1208 entreprises).

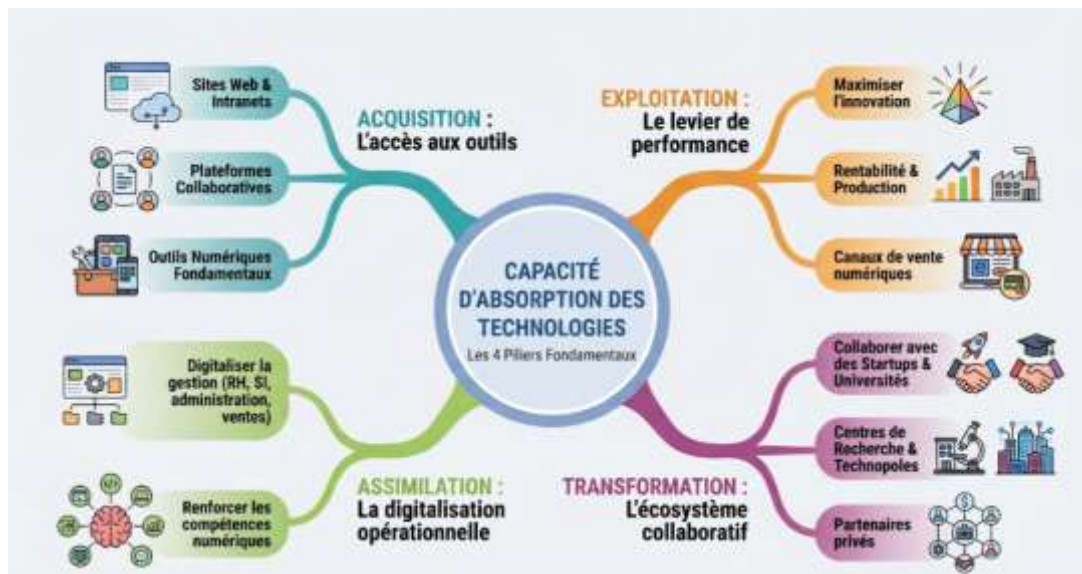
Une Analyse en Composantes Principales Non Linéaire (ACP NL) a été mobilisée afin de synthétiser les variables corrélées et de réduire la complexité des données. Cette méthode permet de maximiser la variance expliquée tout en limitant la perte d'information statistique. Elle permet ainsi de structurer les variables observées en quatre axes factoriels<sup>1</sup> représentant les dimensions latentes<sup>2</sup> de la capacité d'absorption, à savoir l'acquisition, l'assimilation, la transformation et l'exploitation des technologies au sein des entreprises. Enfin, la fiabilité du modèle est confirmée par un coefficient alpha de Cronbach global satisfaisant (0,9), attestant d'une excellente cohérence interne des dimensions retenues.

---

<sup>1</sup> Voir annexe 1.

<sup>2</sup> La fiabilité du modèle est confirmée par un coefficient alpha de Cronbach global satisfaisant (0,9), attestant d'une excellente cohérence interne des dimensions retenues.

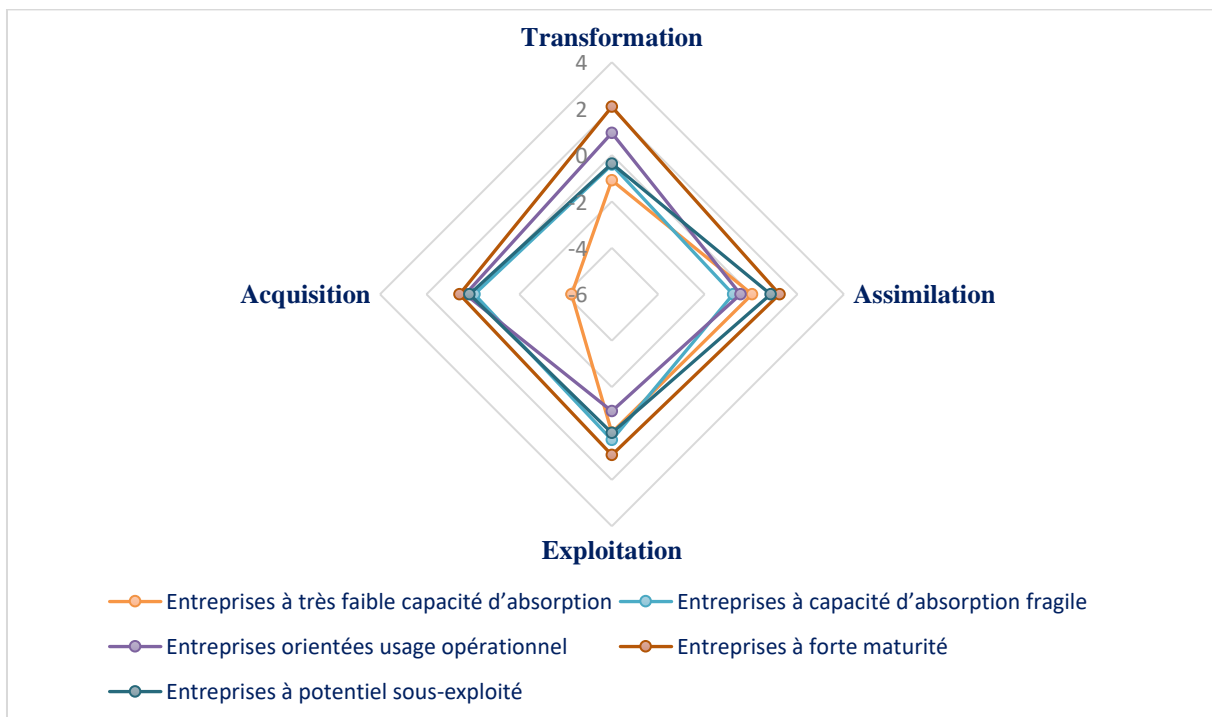
**Figure 7 : Les dimensions de la capacité d'absorption des technologies**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

La classification par nuées dynamiques<sup>3</sup>, fondée sur les dimensions issues de l'ACPNL, met en évidence cinq profils distincts d'entreprises différenciés par leurs niveaux relatifs aux quatre dimensions de la capacité d'absorption (acquisition, assimilation, transformation et exploitation) regroupant un total de 1 208 observations.

**Figure 8 : Typologie des entreprises selon les dimensions de la capacité d'absorption**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

<sup>3</sup> Le K-means est une méthode de classification qui regroupe les observations en clusters homogènes, en minimisant la variance interne et en maximisant la différenciation entre groupes (Voir annexe 2).

Le **premier cluster** correspond aux entreprises présentant *une forte capacité d'absorption, avec des niveaux élevés et relativement équilibrés* sur l'ensemble des dimensions : acquisition, assimilation, exploitation et transformation. Ce profil reflète une maîtrise complète du processus d'apprentissage, depuis l'identification et l'appropriation des connaissances externes jusqu'à leur transformation et leur exploitation productive. Il constitue un modèle particulièrement performant et favorable au développement d'une innovation.

Le *deuxième cluster* regroupe des entreprises *disposant d'une capacité d'absorption potentielle élevée mais faiblement réalisée*. Bien que l'assimilation des connaissances y soit relativement élevée et que l'acquisition soit positive, les niveaux de transformation et d'exploitation demeurent faibles. Cet écart révèle l'existence de technologies et de connaissances non pleinement converties en pratiques opérationnelles, traduisant un potentiel d'absorption sous-exploité.

Le *troisième cluster* rassemble des entreprises *principalement orientées vers l'usage opérationnel des technologies*. Il se distingue par un niveau relativement élevé de transformation, contrastant avec de faibles capacités d'assimilation et d'exploitation des technologies, tandis que l'acquisition des technologies reste modérée. Ces entreprises mobilisent des technologies et les transforment sans une réelle assimilation des savoirs et des technologies acquises, ce qui limite le développement d'apprentissages de long terme

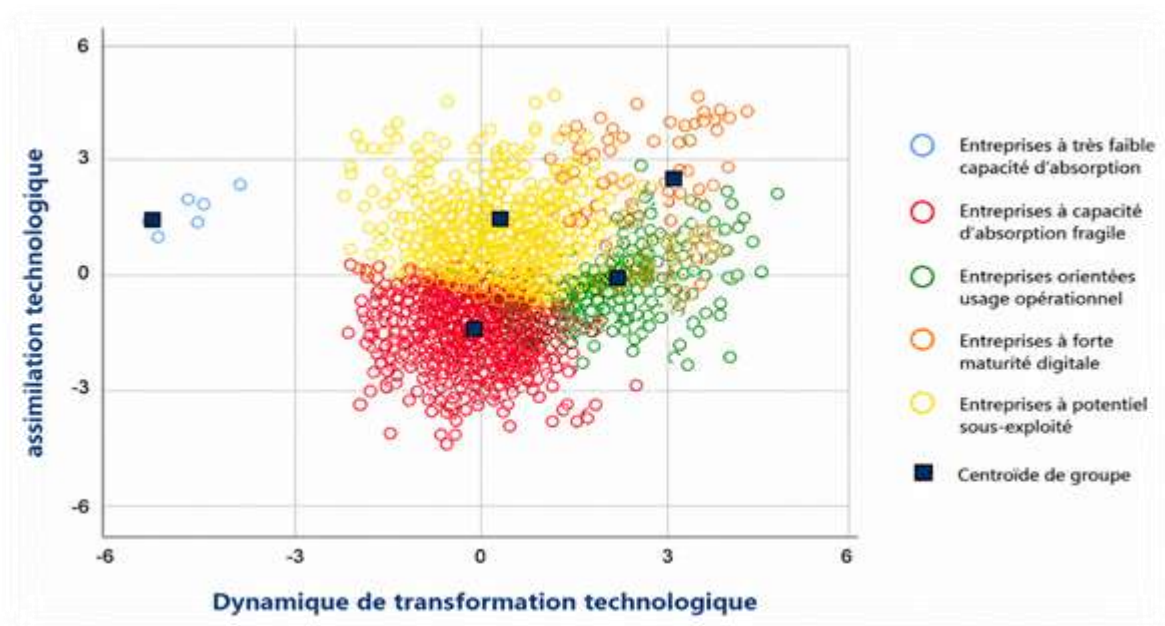
Le **quatrième cluster** regroupe des entreprises à *capacité d'absorption fragile*, marqués par un niveau d'acquisition demeurant quasi neutre, une assimilation déficitaire et une transformation limitée, tandis que le niveau d'exploitation se situe à un niveau intermédiaire. Cette configuration renvoie à une capacité d'absorption incomplète, dans laquelle certaines routines existent sans toutefois s'articuler de manière cohérente pour produire une dynamique efficace de valorisation des connaissances. À moyen et long terme, ce profil apparaît peu soutenable, révélateur d'une capacité d'absorption déséquilibrée.

Enfin, le *cinquième cluster* correspond à des entreprises présentant une *capacité d'absorption très faible*. Ce profil est caractérisé par un déficit particulièrement marqué en matière d'acquisition des connaissances externes, associé à une exploitation limitée et à de faibles niveaux d'assimilation et de transformation. Ces entreprises apparaissent structurellement éloignées des dynamiques d'apprentissage organisationnel et d'innovation, traduisant une difficulté persistante à capter, internaliser et valoriser les connaissances issues de leur environnement.

## 2. Validation des clusters par analyse discriminante

Une analyse discriminante<sup>4</sup> a été effectuée pour assurer la validation interne de la typologie, en s'appuyant sur les dimensions utilisées lors de la construction des clusters. Cette méthode a été mobilisée afin de vérifier la cohérence de la classification obtenue et d'identifier les variables ayant le plus grand pouvoir discriminant entre les groupes. Elle permet ainsi d'évaluer la capacité du modèle à distinguer correctement les classes et d'interpréter de manière précise les profils des clusters constitués<sup>5</sup>. En effet, la cartographie ci-dessous permet de projeter les clusters selon leur degré de maturité à travers les axes issus de l'analyse discriminante.

**Figure 9 : Cartographie des profils d'entreprises selon les dimensions de la capacité d'absorption technologique**



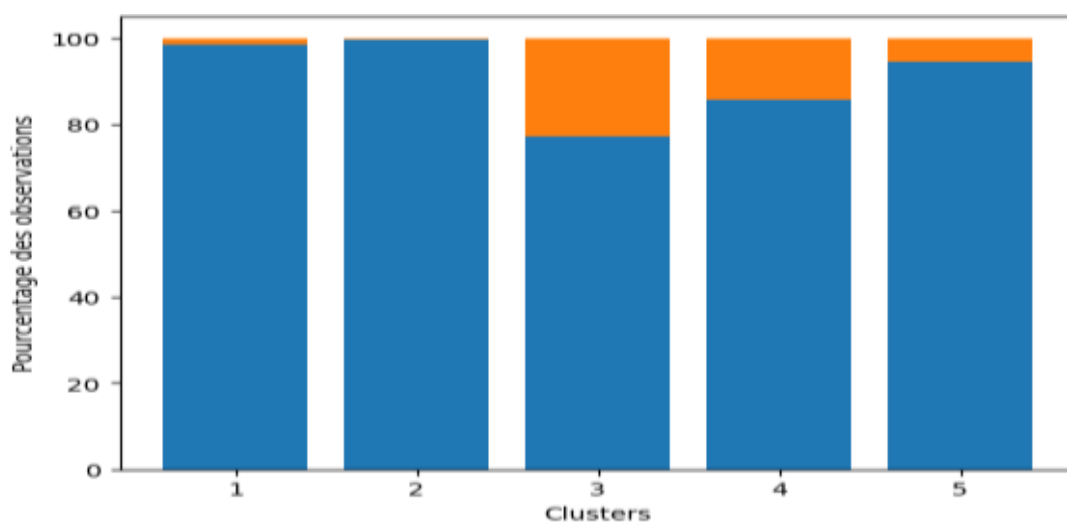
*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

L'examen des corrélations entre les variables et les fonctions discriminantes met en évidence deux principales fonctions (qui expliquent 78.4% de la variance expliquée). La fonction 1 est principalement associée à l'acquisition et, dans une moindre mesure, à la transformation des connaissances, constituant ainsi l'axe discriminant central entre les clusters. La fonction 2 est fortement corrélée à l'assimilation.

<sup>4</sup>L'analyse factorielle discriminante (AFD) est une méthode statistique qui vise à décrire, expliquer et prédire l'appartenance à des groupes prédéfinis d'un ensemble d'observations partir d'une série de variables prédictives.

<sup>5</sup>Pour plus de détails sur la méthode et les résultats de l'Analyse Factorielle Discriminante, se reporter à la note méthodologique en annexe 3

**Figure 10 : Histogramme de la qualité de reclassement par cluster**



*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

L'analyse discriminante a permis de faire une reclassification des entreprises selon leur niveau d'absorption des technologies. Les résultats indiquent une forte validité interne de la solution de clustering, avec 93,0 % des observations correctement classées. Les clusters 1, 2 et 5 présentent des taux de classification très élevés, traduisant des profils nettement différenciés et cohérents. En revanche, le cluster 3, et dans une moindre mesure le cluster 4, affichent des taux de reclassement plus faibles. Le graphique de la reclassification confirme ces résultats, les erreurs de classification se concentrant principalement sur ces groupes, tandis que les clusters extrêmes demeurent fortement distincts. Dans l'ensemble, ces éléments confirment la robustesse de la typologie et justifient l'utilisation de la variable de cluster corrigée pour les analyses comparatives ultérieures, menées à l'aide de tests non paramétriques.

L'analyse des cinq clusters identifiés révèle une disparité profonde dans l'agilité numérique du tissu productif.

**Tableau 3 : Grille de lecture des profils : analyse des déséquilibres de la capacité d'absorption**

Clusters	Pourcentage des entreprises	Profil
Entreprises à forte maturité	7.8%	Capacité élevée et équilibrée sur les quatre dimensions (acquisition, assimilation, transformation et exploitation), traduisant une forte maîtrise du processus d'apprentissage et d'innovation.
Entreprises à potentiel sous-exploité	32.5%	Bonne acquisition et assimilation des technologies, mais faibles niveaux de transformation et d'exploitation, traduisant un décalage entre le potentiel technologique et sa valorisation effective.
Entreprises orientées usage opérationnel	13.7%	Forte transformation des connaissances, mais faibles niveaux d'assimilation et d'exploitation, traduisant une logique d'usage sans véritable internalisation des technologies.
Entreprises à capacité d'absorption fragile	40.1%	Le niveau d'assimilation est faible, la transformation des technologies demeure limitée, tandis que la capacité d'exploitation présente un niveau légèrement positif.
Entreprises à très faible capacité d'absorption	5.8%	Très faibles performances sur l'ensemble des dimensions, notamment au niveau de l'acquisition qui demeure particulièrement faible, traduisant un éloignement marqué des dynamiques d'innovation et de digitalisation.

*Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.*

Dans l'ensemble, Cette typologie met en évidence différents profils d'entreprises selon leur capacité d'absorption. Elle révèle une forte hétérogénéité dans la manière dont les entreprises acquièrent, assimilent, transforment et exploitent les technologies.

L'analyse se poursuit en explorant les liens entre les profils typologiques des entreprises et leur niveau d'adoption de l'intelligence artificielle. Elle s'attache également à examiner comment la culture organisationnelle et la réactivité du personnel au changement contribuent à expliquer les différences observées entre les clusters. Cette approche permet de passer de la simple classification des entreprises à une compréhension plus fine des facteurs organisationnels influençant le processus de transformation digitale.

### III. Dynamique et modèle d'intégration des technologies avancées

Dans le cadre de cette étude, le regroupement de l'IA, du Big Data et du Cloud de la Blockchain au sein d'une même catégorie répond à une logique de seuil de rupture technologique. L'objectif n'est pas de postuler une utilisation simultanée de ces outils, mais d'identifier l'engagement de l'entreprise dans le paradigme des technologies avancées. Ainsi, l'utilisation d'au moins une de ces technologies (qu'il s'agisse de l'IA seule ou combinée à d'autres) marque une rupture nette avec les pratiques numériques conventionnelles. Ce choix méthodologique permet d'analyser l'impact de la capacité d'absorption sur le passage vers ce nouveau palier technologique, où l'IA

figure comme le vecteur de transformation le plus emblématique et transversal de ce socle de rupture

Toutefois, l'intégration de l'IA au sein des entreprises ne s'opère pas dans un vide organisationnel et technologique. Elle requiert l'existence d'infrastructures numériques adéquates, la disponibilité de compétences spécifiques, ainsi qu'une culture organisationnelle propice à l'innovation et à l'acceptation du changement. Dès lors, se pose la question du rôle effectif que peut jouer l'IA dans le processus de digitalisation des entreprises tunisiennes, et de son éventuelle capacité à en constituer un levier d'accélération.

## **1- Configuration conjointe des dimensions technologiques et organisationnelles dans le processus de transformation digitale**

Dans le processus de transformation digitale, d'autres facteurs organisationnelles et managériales interviennent également et influencent les dynamiques d'adoption et d'usage des technologies. Il est donc essentiel de s'interroger sur leur rôle et leur impact. Dans ce cadre, des tests non paramétriques ont été menés. Les résultats mettent en évidence des différences statistiquement significatives<sup>6</sup> entre les groupes quant à l'utilisation des technologies numériques avancées, à la réactivité du personnel face au changement ainsi qu'aux pratiques organisationnelles.

**Tableau 4 : Comparaison des clusters selon les déterminants technologiques et organisationnels de la transformation digitale**

Clusters	Technologies numériques avancées (IA, Big Data, Cloud, etc.)	Réactivité du personnel au changement	Facteur organisationnel
<b>Entreprises à forte maturité digitale</b>	<b>683,11</b>	<b>676,51</b>	<b>694,93</b>
<b>Entreprises à potentiel sous-exploité</b>	571,77	<b>654,11</b>	<b>650,37</b>
<b>Entreprises orientées usage opérationnel</b>	520,88	544,03	551,48
<b>Entreprises à capacité d'absorption fragile</b>	561,79	568,03	560,62
<b>Entreprises à très faible capacité d'absorption</b>	522,28*	551,81	622,70

\*Les valeurs correspondent aux **rangs moyens** issus du test non paramétrique de **Kruskal-Wallis**<sup>7</sup>.

<sup>6</sup>Le test de Kruskal-Wallis constitue une procédure statistique non paramétrique basée sur le classement des observations (fondée sur les rangs), permettant d'évaluer l'existence de différences significatives entre au moins trois groupes indépendants (Voir annexe 4).

<sup>7</sup>Compte tenu de la nature ordinale des variables analysées, l'utilisation d'un test non paramétrique (Kruskal-Wallis) s'impose pour comparer les groupes.

Le cluster « **Entreprises à forte maturité digitale** » se distingue par les rangs moyens les plus élevés sur l'ensemble des dimensions analysées<sup>8</sup>. Il accorde une importance particulièrement forte à l'intelligence artificielle (rang moyen : 683,11), à la réactivité du personnel face au changement (676,51) et aux facteurs organisationnels (694,93). Ce profil, caractérisé par une forte capacité d'absorption technologique, privilégie l'IA et d'autres technologies avancées, tout en misant sur la réactivité du personnel et l'adoption de nouvelles pratiques organisationnelles.

À l'inverse, les clusters « **Entreprises orientées usage opérationnel** » et « **Entreprises à très faible capacité d'absorption** » présentent des rangs moyens plus faibles, notamment pour les dimensions technologique et humaine, traduisant une adhésion plus faible aux dynamiques de transformation. Les clusters « **Entreprises à capacité d'absorption fragile** » et « **Entreprises à potentiel sous-exploité** » occupent une position intermédiaire, correspondant à une logique de transformation plus pragmatique.

Ces résultats corroborent les travaux de *Boynton, Zmud et Jacobs (1994)*, qui soulignent l'importance du « climat de gestion des technologies de l'information ». Selon ces auteurs, la culture organisationnelle joue un rôle central et conditionne la capacité d'absorption, laquelle influence ensuite l'utilisation effective des technologies de l'information. Une culture organisationnelle favorable, caractérisée par le partage des connaissances est ainsi déterminante pour l'usage efficace des technologies. Dans notre étude, les clusters présentant une perception favorable de l'intelligence artificielle et des technologies numériques semblent évoluer dans un climat organisationnel propice à leur adoption et à leur appropriation.

Ces analyses soulignent la complémentarité et l'interaction entre différents facteurs de la transformation digitale. Le degré de pénétration des technologies digitales dépend étroitement des investissements en compétences, en organisation du travail et en management. Les écarts constatés entre les groupes peuvent dès lors s'analyser comme la conséquence conjointe d'un sous-investissement en compétences, de l'absence d'une culture organisationnelle structurée et de pratiques managériales peu performantes. À terme, ces obstacles sont susceptibles d'accentuer le gap de performance entre les entreprises dans un contexte marqué par l'accélération de transformation digitale.

---

<sup>8</sup>L'analyse des rangs moyens est validée par les tests post-hoc de Dunn (voir annexe 4)

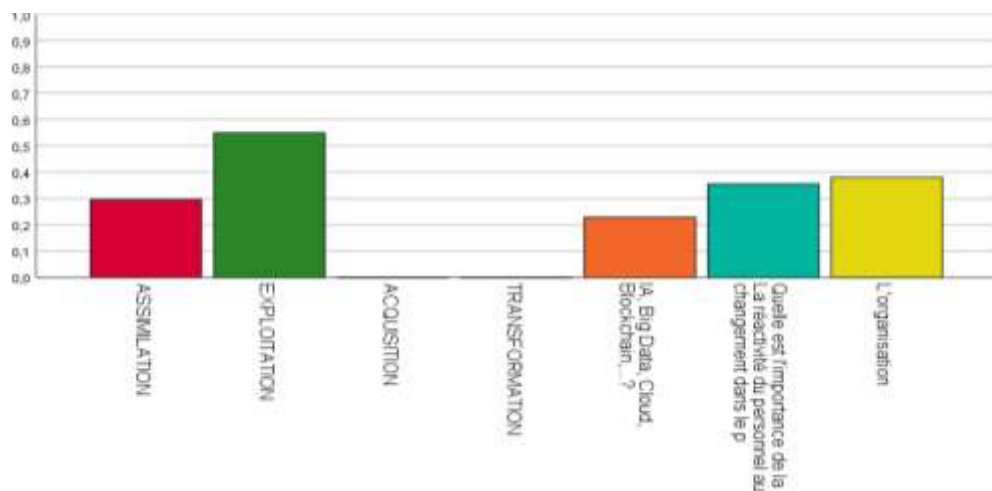
## 2- Approche exploratoire des trajectoires d'adoption de l'intelligence artificielle

L'adoption de l'intelligence artificielle des entreprises tunisiennes ne saurait être appréhendée de manière uniforme, puisque l'intégration des technologies avancées dépend intrinsèquement de ce degré de préparation technique et organisationnelle. Cette hétérogénéité impose ainsi de différencier les trajectoires d'adoption selon les profils de maturité déjà identifiés. Dès lors, l'enjeu consiste à proposer des trajectoires de transition capables de transformer le potentiel stratégique de l'IA en levier de performance concret pour chaque catégorie d'entreprise.

Dans cette perspective, l'approche retenue s'inscrit dans une logique exploratoire et repose sur la mise en œuvre d'une analyse en composantes principales non linéaire.

Les résultats dégagent deux premières dimensions qui présentent des valeurs propres supérieures ou proches de l'unité et expliquent ensemble 46%<sup>9</sup> de la variance totale, ce qui peut être considéré comme satisfaisant dans le cadre d'une analyse exploratoire mobilisant des variables ordinales.

**Figure 11 :** Variance expliquée par la dimension 2



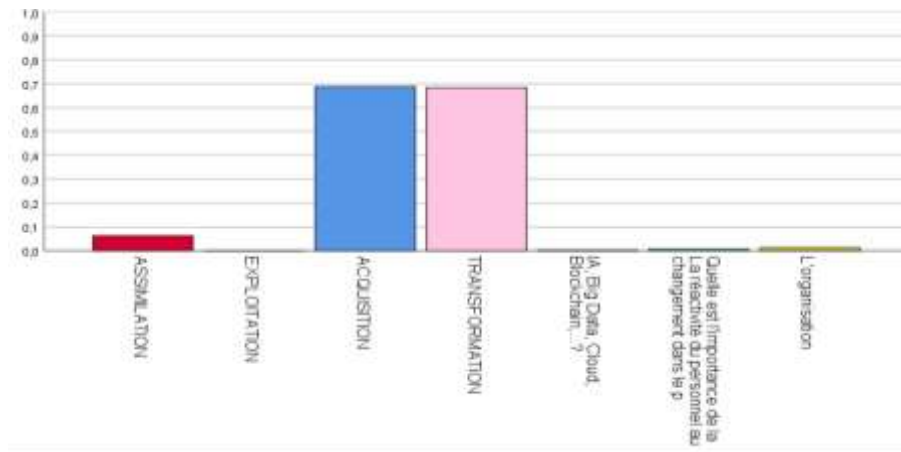
La première dimension est principalement corrélée à l'exploitation, à l'assimilation, à l'organisation, à la réactivité du personnel face au changement, ainsi qu'à l'importance des technologies numériques avancées qui joue un rôle modéré dans l'explication de cette dimension de la digitalisation.

Cet ensemble renvoie à une logique de transformation organisationnelle, dans laquelle l'adoption des technologies numériques est liée avec la capacité de l'entreprise à intégrer,

<sup>9</sup> Voir annexe 4.

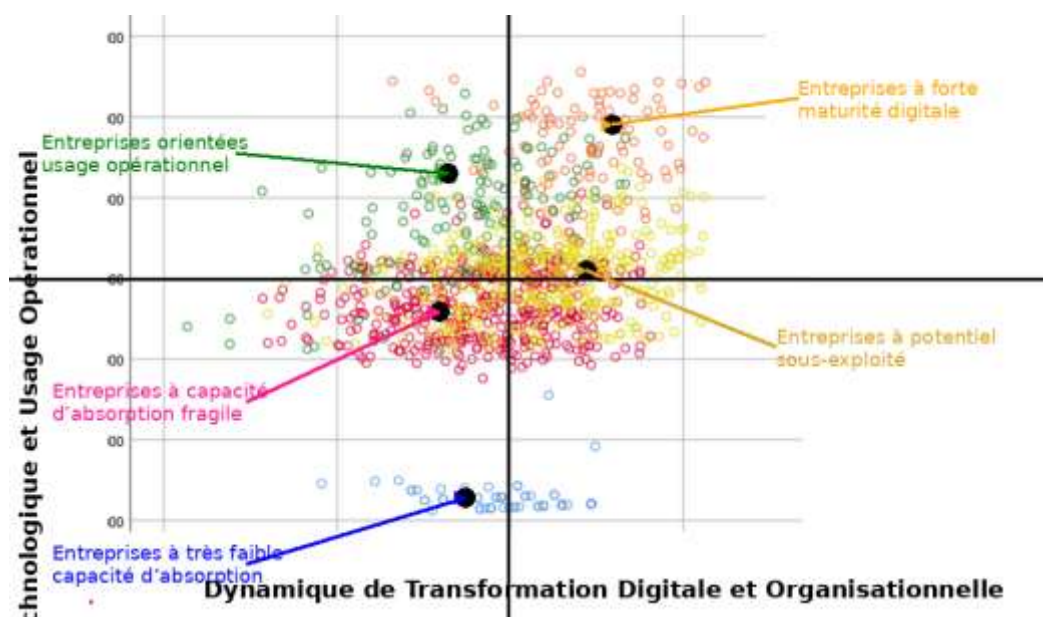
recomposer et exploiter les connaissances. Cette dimension traduit une capacité d'absorption élevée, fondée à la fois sur des routines organisationnelles, une culture favorable à l'innovation et un capital humain disposé à l'adaptation.

**Figure 12 : Variance expliquée par la dimension 2**



La seconde dimension est dominée par la transformation et l'acquisition, tandis que les autres variables y sont faiblement corrélées. Elle renvoie à une logique davantage opérationnelle, centrée sur l'appropriation directe d'outils sans nécessairement s'inscrire dans une transformation digitale profonde. Cette configuration correspond à une forme d'adoption pragmatique, orientée vers des usages immédiats et des bénéfices à court terme, mais susceptible de rester fragile en l'absence de mécanismes internes d'assimilation et d'exploitation.

**Figure 13 : Projection des variables sur le plan factoriel des dimensions de la transformation digitale**



Source : Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.

Cette analyse met en évidence trois principaux profils d'intégration des technologies et de l'intelligence artificielle au sein des entreprises.

### **Un profil d'intégration avancée des technologies et de l'intelligence artificielle**

Le cluster des entreprises à forte maturité digitale se distingue par une forte importance accordée à l'intelligence artificielle, aux technologies avancées, à la réactivité du personnel et aux pratiques organisationnelles innovantes. Sa position sur les axes factoriels traduit une forte capacité d'intégration technologique et organisationnelle.

### **Un profil intermédiaire à potentiel technologique encore sous-exploité**

Le cluster des entreprises à potentiel sous-exploité occupe une position intermédiaire sur le graphique. Il se caractérise par une importance relativement élevée accordée aux technologies avancées et aux pratiques organisationnelles, mais avec une valorisation encore incomplète de ce potentiel dans le processus de transformation digitale.

### **Des profils marqués par une faible appropriation de l'intelligence artificielle**

Les clusters des entreprises orientées usage opérationnel, des entreprises à capacité d'absorption fragile et des entreprises à très faible capacité d'absorption se caractérisent par une importance faible à modérée accordée aux technologies avancées et à l'intelligence artificielle. Leur positionnement traduit une intégration limitée des technologies, davantage centrée sur des usages opérationnels immédiats que sur une transformation digitale profonde et structurée.

Dans l'ensemble, ces résultats soulignent ainsi la nécessité d'identifier des trajectoires d'adoption différenciées de l'intelligence artificielle, adaptées aux profils et au niveau de maturité des entreprises.

## **3. Trajectoires d'adoption de l'IA et dynamiques d'intégration**

L'analyse met en évidence trois postures d'intégration distinctes. La première se caractérise par une faible articulation entre l'IA et les pratiques numériques de base. La deuxième trajectoire renvoie à une intégration plus marquée de l'IA dans les dynamiques organisationnelles, où elle soutient les processus d'apprentissage et d'adaptation. Enfin, la troisième combine des dimensions organisationnelles et opérationnelles, bien que son influence demeure limitée, traduisant une intégration encore marginale de l'IA dans la transformation globale.

L'enjeu de cette analyse consiste à décliner ces postures en trajectoires d'adoption concrètes. La question est de déterminer si les entreprises ont intérêt à suivre une progression par étapes

linéaires ou à s'engager dans une démarche plus agile, où la modernisation continue des processus s'accompagne d'expérimentations progressives autour de l'IA.

***a. Trajectoire 1 : Approche séquentielle***

Cette orientation repose sur l'hypothèse selon laquelle la disponibilité d'un socle numérique constitue un préalable indispensable à l'intégration de l'intelligence artificielle. Toutefois, repousser l'adoption de ces technologies jusqu'à l'achèvement complet de la transformation digitale comporte des risques significatifs. Une telle posture risque en effet de réduire la capacité d'adaptation des entreprises et d'affaiblir durablement leur position concurrentielle. Par ailleurs, différer l'adoption de l'IA tend à accroître les coûts futurs de mise à niveau et à rendre les dynamiques de rattrapage plus complexes. Enfin, une digitalisation exclusivement centrée sur l'automatisation des routines existantes, dépourvue des fonctionnalités de l'IA, expose les organisations au risque de s'enfermer dans des schémas opérationnels devenus obsolètes.

***b. Trajectoire 2 : L'accélération par l'intelligence artificielle***

Engager le processus de digitalisation en l'amorçant directement par l'intelligence artificielle (IA) relève d'une logique d'accélération technologique dont les limites sont clairement identifiées par notre étude. Les résultats démontrent que l'IA ne peut agir seule ; en interaction avec d'autres technologies, elle joue un rôle profondément discriminant qui favorise presque exclusivement les structures dotées d'une forte capacité d'absorption et d'une maturité organisationnelle avérée. Vouloir forcer cette stratégie centrée sur l'IA, sans avoir préalablement bâti un socle numérique solide, expose inévitablement l'organisation à de graves dysfonctionnements structurels. En effet, l'adoption précoce de l'IA exige une synergie étroite avec l'agilité organisationnelle et l'apprentissage collectif. Initier sa transition par une intégration isolée de l'IA, sans cette culture d'accompagnement, neutralise son potentiel opérationnel et la réduit à une pratique isolée, bien loin du levier de performance.

***c. Trajectoire 3 : Complémentarité entre digitalisation et Intelligence Artificielle***

L'analyse met en lumière une interdépendance étroite entre une capacité d'absorption élevée, l'agilité organisationnelle et l'intégration de l'intelligence artificielle. Plutôt que d'y voir une simple succession d'étapes, nos résultats révèlent une corrélation directe entre la réactivité au changement, la structure de l'organisation et la performance technologique. L'adoption de l'intelligence artificielle apparaît ainsi dépendante à la fois du niveau technique atteint par l'entreprise et de sa capacité organisationnelle à intégrer l'innovation. L'IA ne se présente pas comme une technologie autonome, mais comme l'aboutissement d'un processus cumulatif combinant transformation numérique et transformation organisationnelle. Cette approche

repose sur une consolidation progressive des outils et des compétences de base, combinée à des expérimentations ciblées de solutions d'IA sur des cas d'usage maîtrisés. La culture organisationnelle joue ici un rôle déterminant : une orientation vers l'apprentissage, l'expérimentation et l'ouverture au changement permet de limiter les résistances internes, de rationaliser les investissements technologiques et de réduire les coûts liés au rattrapage.

**Tableau 5 : les trajectoires d'Adoption de l'IA par Profil d'entreprise**

Profils d'entreprises	Résultats observés	Trajectoire d'adoption
<b>Entreprises à forte maturité digitale</b>	Forte intégration des technologies avancées, forte réactivité organisationnelle et capacité élevée d'absorption	<b>Accélération par l'intelligence artificielle</b> : cette stratégie nécessite une forte capacité d'absorption et une maturité organisationnelle élevée.
<b>Entreprises à potentiel sous-exploité</b>	Potentiel technologique relativement important mais encore insuffisamment valorisé	<b>Approche séquentielle</b> : la digitalisation constitue un préalable à l'intégration de l'IA. Les entreprises privilégient d'abord la consolidation du socle numérique avant une intégration plus avancée des technologies d'IA.
<b>-Entreprises orientées usage opérationnel</b> <b>-Entreprises à capacité d'absorption fragile</b> <b>-Entreprises à très faible capacité d'absorption</b>	Faible appropriation de l'IA et des technologies avancées, intégration limitée et usages principalement opérationnels	<b>Complémentarité entre digitalisation et intelligence artificielle</b> : l'IA et la digitalisation doivent évoluer de manière complémentaire et progressive. L'intégration de l'IA dépend à la fois des capacités technologiques et organisationnelles. L'approche adoptée repose sur la consolidation du socle numérique, l'apprentissage organisationnel et des expérimentations ciblées autour de l'IA.

**Source :** Enquête « Les entreprises tunisiennes à l'ère de la transformation digitale », compilation ITCEQ.

## IV. Recommandations

Au-delà du diagnostic interne des entreprises, la typologie des profils identifiée dans cette étude constitue une grille de lecture pour réorienter les actions publiques. L'hétérogénéité des capacités d'absorption et la diversité des trajectoires d'adoption de l'IA et des technologies avancées démontrent qu'une approche uniforme serait contre-productive.

Dès lors, une approche d'intervention par dimension apparaît plus appropriée pour remédier aux défaillances identifiées en matière d'absorption et de maturation technologique. Dans cette perspective, une réponse articulée autour de deux niveaux complémentaires s'avère indispensable : d'une part, la transformation interne de l'entreprise, et d'autre part, le soutien de l'État.

### *Dimension 1 : Acquisition–Capter et structurer les ressources technologiques*

- ✓ Réaliser un audit interne des besoins technologiques de l'entreprise afin d'identifier les besoins réels en matière d'investissement numérique.
- ✓ Investir dans la veille technologique, en tant que fonction à part entière au sein de l'entreprise, afin de s'adapter aux évolutions technologiques et aux innovations émergentes.
- ✓ Renforcer les dispositifs de financement publics et privés afin d'accompagner la transition digitale (fonds spéciaux, capital-investissement, capital-risque, etc.).

### *Dimension 2 : Assimilation – Institutionnaliser le savoir-faire*

- ✓ Investir dans le développement des compétences (formations avancées en data science et intelligence artificielle, etc.), notamment à travers la certification, et renforcer les partenariats avec les structures de formation spécialisées.
- ✓ Mettre en place des routines formelles de partage et de capitalisation des connaissances (réunions de retours d'expérience, transfert de compétences, etc.), afin d'instaurer des processus répétitifs et structurés qui transforment les savoirs individuels en pratiques organisationnelles, et assurer leur documentation via des référentiels et des manuels au sein des entreprises.
- ✓ Promouvoir une culture organisationnelle favorable à l'intégration et à l'absorption des nouvelles technologies, ainsi qu'à l'accompagnement au changement.

### *Dimension3 : Transformation – Décloisonner pour réorganiser*

- ✓ Mettre en synergie l'entreprise et son environnement externe à travers des partenariats avec les technopoles et les centres de recherche.
- ✓ Moderniser les systèmes d'information (CRM, ERP, etc.) pour une meilleure connectivité intra et interentreprises.
- ✓ Promouvoir l'agilité organisationnelle par la réduction de la rigidité des structures et le développement de la transversalité fonctionnelle.

### *Dimension 4 : Exploitation – Convertir le potentiel en performance*

- ✓ Développer la fonction de recherche afin de promouvoir l'innovation.
- ✓ Structurer des stratégies d'e-commerce et d'internationalisation (marketplaces, solutions de paiement sécurisées).
- ✓ Généraliser les certifications comme levier d'accès aux marchés internationaux (labellisation, accréditation).

## Conclusion

Les résultats mettent en évidence que le processus de transformation digitale ne tient pas seulement à des pratiques isolées, mais il dépend plutôt, de la complémentarité et de l'interaction entre compétence, organisation, intégration des nouvelles technologies. Il bénéficie principalement aux entreprises capables de combiner innovation technologique, capital humain et organisation efficiente.

Dans cette recherche, deux approches complémentaires ont été mobilisées afin d'analyser la position de l'IA, généralement mobilisée en complément d'infrastructures de données (Big Data, cloud, etc.), dans l'espace de la digitalisation. L'analyse par clusters a permis d'identifier des profils distincts à partir des dimensions de la capacité d'absorption, mettant en évidence que le premier cluster caractérisé par une forte capacité d'absorption des technologies est également celui qui valorise davantage les technologies avancées. Il se distingue par une plus forte réactivité au changement et dispose de structures organisationnelles solides. Cette approche met en avant l'articulation entre les différents leviers afin d'atteindre un niveau élevé de maturité digitale.

Par ailleurs, une analyse en composantes principales non linéaire (ACPNL) a été mobilisée afin de représenter la distribution des variables dans l'espace factoriel et d'identifier celles qui jouent un rôle dominant dans le processus de digitalisation. Les résultats révèlent l'existence d'un premier axe principalement orienté vers l'acquisition et l'exploitation, et d'un second axe regroupant les variables relatives à l'organisation, à la réactivité, à la transformation, à l'assimilation et à l'IA. La faible contribution factorielle de l'IA indique qu'elle ne joue pas un rôle structurant dans la dynamique de la digitalisation, mais qu'elle s'intègre dans une logique organisationnelle plus globale.

Ainsi, tandis que la méthode des clusters met en évidence des profils cohérents intégrant l'IA dans une configuration avancée, l'ACP éclaire la structure sous-jacente des relations entre variables. Les deux méthodes poursuivent donc des objectifs distincts mais convergents, offrant une lecture croisée et globale de la digitalisation.

Bien que sur le plan conceptuel, l'intelligence artificielle soit susceptible d'intensifier certaines dimensions de la digitalisation, notamment par l'automatisation des tâches, l'exploitation avancée des données ou l'amélioration des processus décisionnels, cette capacité demeure strictement liées à l'existence de prérequis techniques et organisationnels : disponibilité de données fiables et structurées, compétences numériques internes, maîtrise des outils digitaux de base et existence de processus déjà numérisés.

Dans ces conditions, l'IA ne saurait se substituer aux fondements de la digitalisation. Elle suppose au contraire une capacité organisationnelle à absorber la technologie et un environnement favorable à l'apprentissage. Pour une large part des entreprises tunisiennes, l'IA agit ainsi comme un facteur d'accélération potentiel, mais uniquement lorsque certaines conditions préalables sont réunies, sans pouvoir constituer un point d'entrée autonome dans la transformation digitale.

Face à l'hétérogénéité des profils identifiés, une intervention ciblée apparaît essentielle pour renforcer la maturité technologique des entreprises tunisiennes. Cela implique, à l'échelle interne, des investissements dans la veille technologique, le développement des compétences, la modernisation organisationnelle et la valorisation de l'innovation, mais également, à l'échelle institutionnelle, un accompagnement public renforcé en matière de financement, de formation, de partenariats technologiques, etc.. Une telle démarche permettrait de transformer l'adoption de l'intelligence artificielle et des technologies avancées en un véritable levier de compétitivité, d'innovation et de transformation durable du tissu économique tunisien.

## Références bibliographiques

Aghion, P. (entretien réalisé par M. Brière). (2025). *L'impact économique de l'intelligence artificielle*. **Revue d'économie financière**, n°159 (2025/3).

Boynton, A. C., Zmud, R. W., & Jacobs, G. C. (1994). *The influence of IT management practice on IT use in large organizations*. **MIS Quarterly**, 18(3), 299–318.

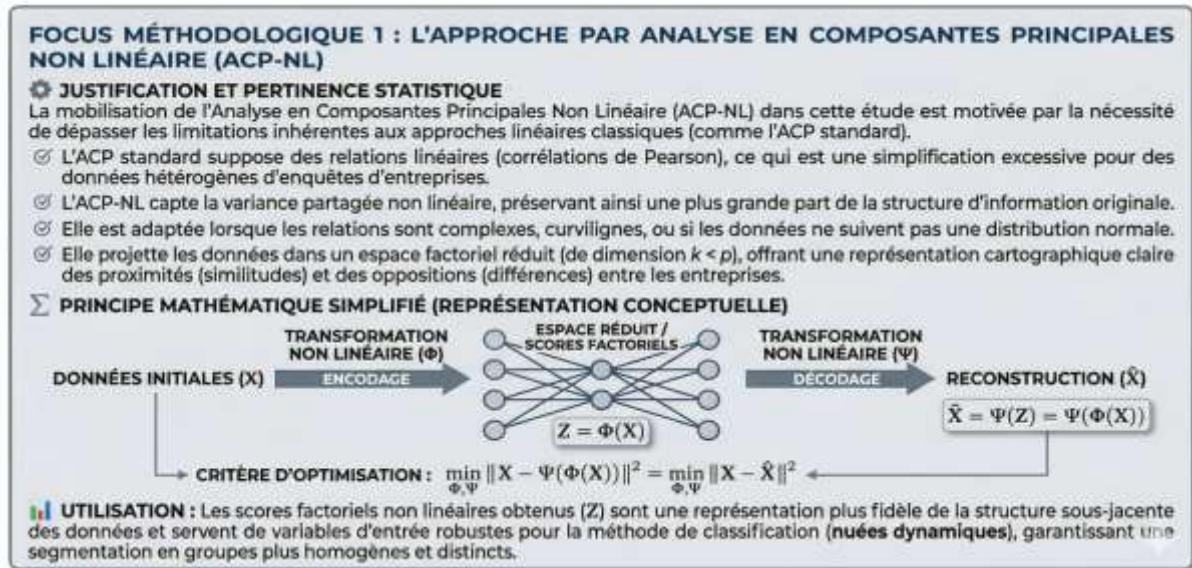
Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). *Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation*. **Administrative Science Quarterly**, 35(1), 128–152.

García-Morales, V. J., Ruiz-Moreno, A., & Lloréns-Montes, F. J. (2007). *Effects of technology absorptive capacity and technology proactivity on organizational learning, innovation and performance*. **Technology Analysis & Strategic Management**, 19(4), 527–558.

Roberts, N., Galluch, P. S., Dinger, M., & Grover, V. (2012). *Absorptive capacity and information systems research: Review, synthesis, and directions for future research*. **MIS Quarterly**, 36(2), 625–648.

## ANNEXES

### Annexe 1 : Opérationnalisation des dimensions de la capacité d'absorption



Pattern Matrix				
	Dimension			
	1	2	3	4
Utilisation de site Web ou page d'accueil	,088	-,120	,070	,800
Utilisation de plateformes (collaboratives et de communication, intranet, etc.	-,055	,107	-,036	,758
Utilisation des outils numériques	-,033	,011	-,034	,833
Apport de la technologie au niveau du développement de l'innovation	,004	,042	,765	,024
Apport de la technologie au niveau de l'amélioration de la rentabilité et de la compétitivité	,044	,017	,767	-,044
Apport de la technologie au niveau de la mise en place de canaux de vente numériques	-,033	,017	,787	,009
Apport de la technologie au niveau de l'accroissement de la capacité de production	-,026	-,060	,651	,003
Niveau de digitalisation de la Gestion des ressources humaines	-,007	,784	,018	,014
Niveau de digitalisation de la gestion du système d'information	,069	,782	-,023	-,078
Niveau de digitalisation de la gestion administrative	-,021	,783	,025	,082
Niveau de digitalisation de la gestion de la production, des ventes et de la livraison	-,050	,823	-,024	-,022
Niveau de digitalisation des services du management, de suivi et de la planification	,041	,620	,011	-,066
Niveau des compétences numériques	-,017	,499	,005	,088
Collaboration avec les entreprises privées	,735	,062	,002	,114
Collaboration avec les startups innovantes	,763	,013	-,030	,038
Collaboration avec les universités	,791	,030	-,040	,042
Collaboration avec les centres de recherche	,779	-,025	,044	-,065
Collaboration avec les technopoles	,756	-,033	,041	-,029
Collaboration avec les centres techniques sectoriels	,793	-,020	-,032	-,081
Normalisation variable principale.				
a. Méthode de rotation : Promax avec normalisation Kaiser.				

## Annexe 2 : Note méthodologique et Résultats de la classification par nuées dynamiques

**Focus : L'Algorithme des Nuées Dynamiques (k-means)**

La méthode des k-means est un algorithme de **partitionnement** non supervisé. Son objectif est de diviser un ensemble de  $n$  observations en  $K$  **classes homogènes**, de telle sorte que chaque observation appartienne à la classe dont le **centre (barycentre) est le plus proche**.

**1. Objectif Statistique**  $\sum_i v^2$

L'algorithme vise à **minimiser** l'inertie intra-classe (variance interne) pour maximiser la cohésion des groupes. Mathématiquement, on cherche à minimiser la somme des carrés des distances entre les  $x_i$  et le centre  $\mu_k$  de leur classe :

Minimise within-clusters distance :

$$J = \sum_{k=1}^K \sum_{x_i \in C_k} \|x_i - \mu_k\|^2$$

**2. Processus Itératif en 4 Étapes**

**Étape 1 : Initialisation** – Sélection de  $K$  centres initiaux (noyaux) de manière aléatoire ou via une stratégie de positionnement (ex: k-means++).

**Étape 2 : Affectation** – Chaque individu est associé au barycentre dont la distance euclidienne est minimale.

**Étape 3 : Actualisation** – Recalcul de la position des centres  $\mu_k$  en prenant la moyenne arithmétique des coordonnées de tous les points affectés à la classe  $C_k$ .

**Étape 4 : Convergence** – Répétition des étapes 2 et 3 jusqu'à la stabilisation des centres ou l'atteinte d'un critère d'arrêt prédéfini.

Random initialisation → Initial assignation · Iteration · Fully stabilised

**3. Propriétés et Limites**

**Sensibilité** : L'algorithme est sensible au choix initial des centres et aux valeurs aberrantes (outliers).

**Standardisation** : Pour votre enquête, les variables ont été centrées et réduites afin d'éviter que les variables à forte variance ne dominent le calcul des distances.

**Robustesse** : Cette méthode est particulièrement efficace pour identifier des structures globulaires et s'adapte parfaitement au volume de données de notre échantillon d'entreprises tunisiennes.

	Les centroïdes des clusters				
	1	2	3	4	5
<b>Transformation</b>	-1,09	-,42	,95	2,08	-,37
<b>Assimilation</b>	,04	-,78	-,46	1,22	,84
<b>Exploitation</b>	-,04	,28	-,96	,93	-,02
<b>Acquisition</b>	-4,26	-,07	,32	,57	,14
<b>Nombre</b>	71	446	206	84	401

ANOVA						
	Cluster		Erreur		F	Sig.
	Carré moyen	ddl	Carré moyen	ddl		
<b>Transformation</b>	191,876	4	,425	1203	451,895	,000
<b>Assimilation</b>	179,280	4	,419	1203	428,286	,000
<b>Exploitation</b>	74,185	4	,772	1203	96,085	,000
<b>Acquisition</b>	330,939	4	,456	1203	725,733	,000

Les tests F doivent être utilisés uniquement à des fins de description compte tenu que les clusters ont été choisis pour maximiser les différences entre les observations des différents clusters. Les niveaux de signification observés ne sont pas corrigés et ne peuvent donc pas être interprétés comme tests de l'hypothèse selon laquelle les moyennes du cluster sont égales.


La typologie issue de la classification met en évidence cinq profils distincts d'entreprises selon les dimensions de la capacité d'absorption (acquisition, assimilation, transformation et exploitation), regroupant un total de 1 208 observations.

Les résultats de l'ANOVA confirment l'existence de différences marquées entre les cinq clusters pour chacune des dimensions de la capacité d'absorption, à savoir l'acquisition, l'assimilation, la transformation et l'exploitation des connaissances.

## Annexe3 : Note méthodologique et Résultats de l'Analyse Factorielle Discriminante (AFD)

### Focus : L'Analyse Discriminante Descriptive

L'analyse factorielle discriminante est une technique de statistique exploratoire multidimensionnelle. Elle vise à construire un nouveau système de représentation (axes factoriels) permettant de séparer au mieux  $K$  groupes d'observations préétablis (dans ce rapport, nos 5 clusters de maturité digitale).

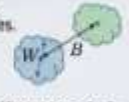


### 2. Fondements Mathématiques et Notations

Soit un échantillon de  $n$  observations réparties en  $K$  groupes. On dispose de  $J$  variables  $X = (X_1, \dots, X_J)$ .

- $V$  : matrice de variance-covariance **totale**.

En vertu du théorème de Huyghens, la dispersion totale se décompose ainsi :

$$V = B + W$$


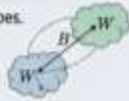
### 1. Nature de la méthode

- Descriptive**: Elle offre une visualisation géométrique des proximités entre entreprises d'un même groupe ou de groupes distincts.
- Explicative**: Elle permet d'interpréter les axes comme des combinaisons linéaires des variables initiales pour identifier les caractéristiques discriminantes.
- Géométrique**: Contrairement à l'approche prédictive, elle ne repose sur aucune hypothèse probabiliste préalable.

### 2. Fondements Mathématiques et Notations

Soit un échantillon de  $n$  observations réparties en  $K$  groupes. On dispose de  $J$  variables  $X = (X_1, \dots, X_J)$ .

- $\mu_k$  : centre de gravité du groupe  $k$ .
- $W$  : matrice de variance-covariance **intra-classe** (dispersion à l'intérieur des groupes).
- $B$  : matrice de variance-covariance **inter-classe** (éloignement entre les centres de gravité des groupes).
- $V$  : matrice de variance-covariance **totale**.



### 3. Démarche d'Optimisation

L'objectif est de trouver une suite de variables discriminantes  $Z_k$ , non corrélées, maximisant l'inertie inter-classe par rapport à l'inertie totale. Mathématiquement, cela revient à maximiser le rapport :


$$\frac{u'Bu}{u'Vu}$$

La solution passe par la recherche des valeurs propres ( $\lambda$ ) et vecteurs propres ( $u$ ) de la matrice  $V^{-1}B$ , en résolvant l'équation :

$$V^{-1}Bu = \lambda u$$

### 4. Évaluation du Pouvoir Discriminant

- Chaque valeur propre  $\lambda_k$  représente le **pouvoir discriminant** de l'axe associé. Dans notre configuration ( $n > J > K$ ), nous obtenons au maximum  $K-1$  axes factoriels.
- L'analyse permet de vérifier si la part de la variance inter-classe ( $B$ ) est suffisamment significative pour valider la séparation réelle des clusters dans l'espace de représentation.



Valeurs propres				
Fonction	Valeur propre	% de la variance	% cumulé	Corrélation canonique
1	3,172 <sup>a</sup>	51,4	51,4	,872
2	1,672 <sup>a</sup>	27,1	78,4	,791
3	1,048 <sup>a</sup>	17,0	95,4	,715
4	,283 <sup>a</sup>	4,6	100,0	,470

a. Les 4 premières fonctions discriminantes canoniques ont été utilisées pour l'analyse.

Les quatre fonctions discriminantes canoniques retenues expliquent conjointement 100 % de la variance intergroupes. La fonction 1 concentre à elle seule 51,4 % de la variance expliquée et apparaît comme la plus fortement discriminante, tandis que la fonction 2 en explique 27,1 %, confirmant son rôle substantiel dans la structuration des profils. Les fonctions 3 et 4 contribuent respectivement à hauteur de 17 % et 4,6 % ; bien que leur pouvoir discriminant soit plus limité, elles apportent une information complémentaire utile à l'interprétation globale. Les corrélations canoniques corroborent ces résultats, révélant une relation très forte entre les clusters et la fonction 1 ( $r = 0,872$ ), forte pour la fonction 2 ( $r = 0,791$ ), modérée pour la fonction 3 ( $r = 0,715$ ) et plus faible pour la fonction 4 ( $r = 0,470$ ). Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que les deux premières fonctions discriminantes capturent l'essentiel de la différenciation entre les clusters, confirmant la robustesse et la pertinence de la typologie proposée.

<b>Lambda de Wilks</b>				
Test de la ou des fonctions	Lambda de Wilks	Khi-carré	ddl	Sig.
de 1 à 4	,034	4061,643	16	,000
de 2 à 4	,142	2343,918	9	,000
de 3 à 4	,380	1162,001	4	,000
4	,779	299,861	1	,000

La valeur du lambda de Wilks, proche de zéro, indique une forte capacité discriminante du modèle entre les groupes. Les tests associés sont tous fortement significatifs ( $p < 0,001$ ), ce qui met en évidence le pouvoir discriminant élevé des fonctions retenues pour séparer les clusters. La première fonction joue un rôle central dans cette discrimination, tandis que les autres fonctions apportent une contribution complémentaire.

<b>Matrice de structure</b>				
	Fonction			
	1	2	3	4
Acquisition	,801*	-,157	,560	,139
Assimilation	,067	,862*	,354	,356
Transformation	,525	,255	-,659*	,474
Exploitation	-,067	-,019	,173	,982*

\*. Plus grande corrélation absolue entre chaque variable et une fonction discriminante.

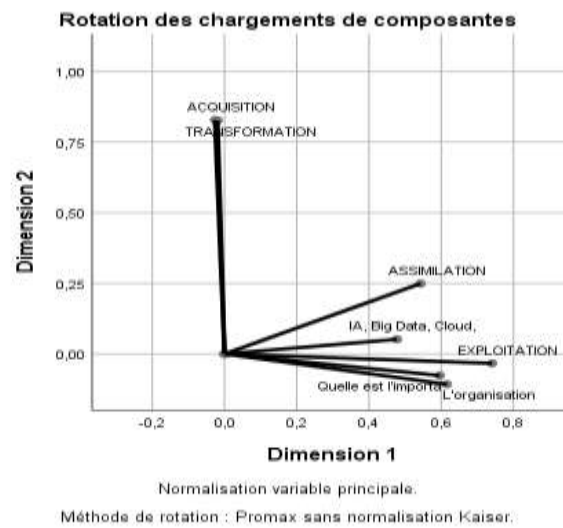
<b>Coefficients de la fonction de classement</b>					
	1	2	3	4	5
Transformation	-2,696	-1,098	3,106	4,683	-1,143
Assimilation	1,495	-2,324	-,892	2,222	2,449
Exploitation	1,515	1,284	-1,851	-,617	-,478
Acquisition	-9,733	,004	1,053	,696	,120
(Constante)	-25,012	-2,310	-4,508	-8,807	-2,350

Fonctions discriminantes linéaires de Fisher

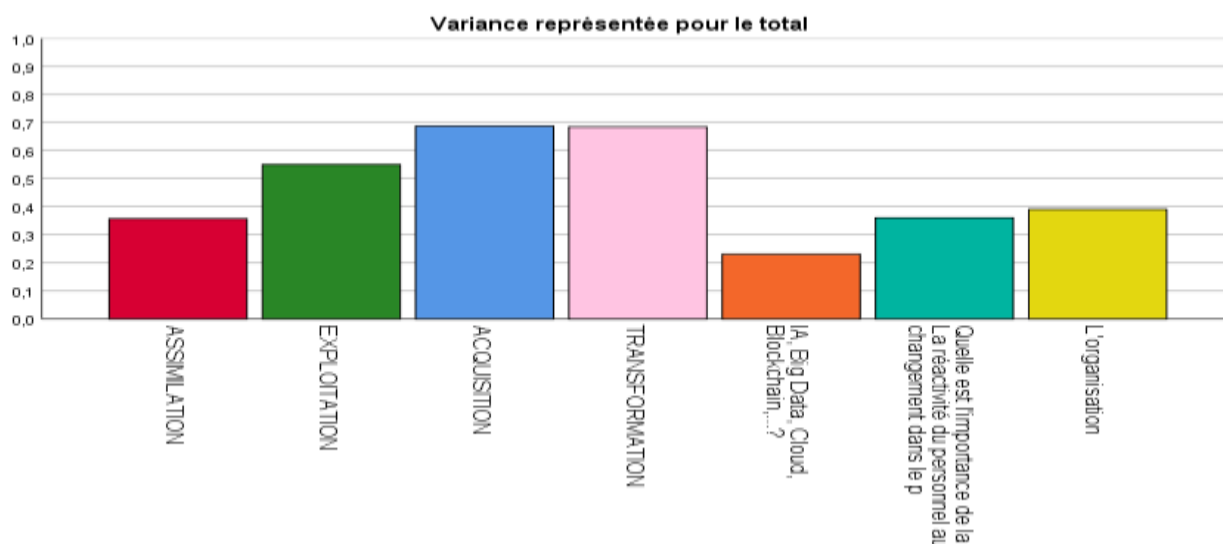
<b>Groupe prévu pour analyse 1</b>					
		Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide	1	70	5,8	5,8	5,8
	2	485	40,1	40,1	45,9
	3	166	13,7	13,7	59,7
	4	94	7,8	7,8	67,5
	5	393	32,5	32,5	100,0
	Total	1208	100,0	100,0	

## Annexe 4 : Résultats de l'analyse en composantes principales (ACP non linéaire)

Récapitulatif de traitement des observations	
Observations actives valides	1127
Observations actives avec valeurs manquantes	81
Observations supplémentaires	0
Total	1208
Observations utilisées dans l'analyse	1208



Variance représentée						
	Coordonnées de centroïde			Total (Coordonnées vectorielles)		
	Dimension		Moyenne	Dimension		Total
	1	2		1	2	
Exploitation	,442	,188	,315	,425	,115	,540
Assimilation	,419	,030	,225	,412	,001	,413
Quelle est l'importance de la réactivité du personnel au changement dans le processus de digitalisation au sein de votre entreprise ?	,246	,104	,175	,244	,097	,342
le rôle du facteur : organisation	,247	,126	,187	,244	,119	,364
IA, Big data, Cloud, Blockchain,	,215	,027	,121	,215	,026	,241
Acquisition	,234	,463	,349	,224	,454	,678
Transformation	,245	,551	,398	,229	,449	,678
Total actif	2,049	1,489	1,769	1,993	1,262	3,255



<b>Pattern Matrix<sup>a</sup></b>		
	Dimension	
	1	2
Exploitation	,741	-,033
Organisation	,616	-,107
Quelle est l'importance de la réactivité du personnel au changement dans le processus de digitalisation au sein de votre entreprise ?	,596	-,076
Assimilation	,543	,249
IA et technologies avancées	,477	,052
Acquisition	-,026	,828
Transformation	-,019	,827
Normalisation variable principale.		
a. Méthode de rotation : Promax avec normalisation Kaiser. Echec de convergence de la rotation dans 3 itérations. (Convergence = ,000).		

<b>Structure Matrix<sup>a</sup></b>		
	Dimension	
	1	2
Exploitation	,734	,119
Assimilation	,594	,361
Organisation	,594	,020
Quelle est l'importance de la réactivité du personnel au changement dans le processus de digitalisation au sein de votre entreprise ?	,580	,046
IA, Big Data, Cloud, Blockchain.	,488	,150
Acquisition	,144	,823
Transformation	,151	,823
Normalisation variable principale.		
a. Méthode de rotation : Promax avec normalisation Kaiser.		



[www.itceq.tn](http://www.itceq.tn)