

HEC Montréal

Projet supervisé

Assurance de dommages et inflation

par

Julien Lies (11280027)

Sciences de la gestion

(Finance)

*Projet supervisé en vue de l'obtention
du grade de maîtrise ès sciences en gestion
(M.Sc.)*

Décembre 2022

Résumé

Ce projet a pour objectif d'analyser les comportements de certaines métriques de compagnies d'assurance dommages (valeur d'équité et les pertes nettes) par rapport à différents types d'inflation (IPC – *Urban*, IPC *Sticky* et IPC – *Total Items*). De plus, l'étude permet de voir la différence de comportements des variables étudiées sous la base réelle et nominale. Nous avons utilisé un modèle de régression simple et d'analyse en composantes principales (ACP). Nous trouvons que les résultats sont plus significatifs sous la base réelle et avec l'IPC – *Urban* et les différentes métriques sont majoritairement corrélées négativement aux indices d'inflation.

Tables des matières

Résumé	3
Liste des tableaux	7
Liste des figures	9
1 – Introduction	11
2 – Revue de la littérature	12
3 – Première analyse : régression simple	16
4 – Deuxième série d’analyse : analyse en composantes principales (ACP)	22
5 – Troisième analyse : comparaison avec 2021	27
6 – Conclusion	29
7. Annexe	30
7.1 – Première analyse : régression simple	30
7.2 – Deuxième série d’analyse : analyse en composantes principales (ACP)	42

Liste des tableaux

Tableau 1.1 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Sticky Price</i> – Base nominale	30
Tableau 1.1 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Sticky Price</i> – Base nominale	31
Tableau 1.3 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Urban</i> – Base nominale	32
Tableau 1.4 - Régression (Non-temps plein) - IPC – <i>Urban</i> – Base nominale	33
Tableau 1.5 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Total Items</i> – Base nominale	34
Tableau 1.6 - Régression (Non-temps plein) - IPC – <i>Total Items</i> – Base nominale.....	35
Tableau 2.1 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Sticky Price</i> – Base réelle	36
Tableau 2.2 - Régression (Non-temps plein) - IPC – <i>Sticky Price</i> – Base réelle	37
Tableau 2.3 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Urban</i> – Base réelle	38
Tableau 2.4 - Régression (Non-temps plein) - IPC – <i>Urban</i> – Base réelle	39
Tableau 2.5 - Régression (Temps plein) - IPC – <i>Total Items</i> – Base réelle	40
Tableau 2.6 - Régression (Non-temps plein) - IPC – <i>Total Items</i> – Base réelle.....	41
Tableau 4.1 - Comparaison 2021 – IPC <i>Urban</i>	29
Tableau 4.2 - Comparaison 2021 – IPC <i>Sticky</i>	29

Liste des figures

Figure 3.1 ACP - IPC – <i>Urban</i> – Somme – Base réelle	42
Figure 3.2 ACP - IPC – <i>Urban</i> – Écart-type – Base réelle	43
Figure 3.3 ACP - IPC – <i>Urban</i> – Somme – Base nominale	44
Figure 3.4 ACP - IPC – <i>Urban</i> – Écart-type – Base nominale	45
Figure 3.5 ACP - IPC – <i>Sticky</i> – Somme – Base réelle	46
Figure 3.6 ACP - IPC – <i>Sticky</i> – Écart-type – Base réelle	47
Figure 3.7 ACP - IPC – <i>Sticky</i> – Somme – Base nominale	48
Figure 3.8 ACP - IPC – <i>Sticky</i> – Écart-type – Base nominale	49

1. Introduction

L'assurance est un concept omniprésent de nos jours. Ce concept comporte deux agents : une compagnie d'assurance et un assuré. En versant plusieurs montants d'argent à la compagnie d'assurance, l'assuré se protège contre certains risques. Par exemple, un assuré va payer 15\$ pour une assurance automobile chaque mois et s'assurer de limiter ses pertes en cas d'un dommage matériel important. Si l'assuré endommage son véhicule lors d'un accident, il va faire une réclamation à la compagnie d'assurance, qui va devoir payer pour cette réclamation.

Les compagnies d'assurance proposent de plus en plus d'options. Il est possible aujourd'hui d'assurer son animal de compagnie. Certaines assurances permettent d'aborder plusieurs risques en même temps; c'est le cas de l'assurance de biens et de dommages (P&C) proposé par de nombreuses compagnies d'assurance. Cette assurance permet de protéger plusieurs biens tels qu'une maison ou une automobile contre des dommages liés à quelqu'un ou ses biens, lorsque l'assuré en est responsable. Ces compagnies doivent donc être en mesure de proposer des primes intéressantes dans un environnement compétitif, mais elles doivent être en mesure d'avoir des primes assez élevées en cas de réclamations demandées par les assurés. Plusieurs concepts influencent la gestion des revenus et des coûts des compagnies d'assurance. L'un d'entre eux est l'inflation.

Une compagnie d'assurance a deux principales sources de revenus (i.e. les primes et les investissements sur les primes précédentes) et deux principales sources de coûts (i.e. pertes encourues (réclamations) et coûts opérationnels) (D'Arcy and Ahlgrim, 2012). Les primes sont payées par les assurés et sont censées permettre à la compagnie d'assurance d'avoir les liquidités nécessaires pour payer les réclamations des assurés, année après année. En se concentrant sur les deux principales sources de revenus, il est facile de constater que ces sources sont influencées par l'inflation. En effet, la tarification des primes est complexe et comporte plusieurs facteurs tels que la compétition des autres compagnies d'assurance, les caractéristiques de l'assuré (âge, santé et mode de vie) et l'inflation. Si les réclamations sont de plus en plus chères à cause de l'inflation, il est évident que le montant de la prime sera affecté. L'investissement sur les primes précédentes est directement lié à l'inflation, puisqu'il suit les tendances du marché boursier. Les deux coûts sont aussi directement liés à l'inflation. Comme mentionné, les réclamations faites par les assurés

sont directement liées au niveau d'inflation. Les coûts opérationnels suivent aussi les tendances économiques qui comportent l'inflation.

De plus, avec le niveau d'inflation qui varie à cause de la Covid-19, l'étude de la corrélation entre les valeurs des compagnies d'assurance et l'inflation s'avère intéressante et pertinente depuis le début 2021.

La présente étude vise donc à examiner la corrélation et la relation entre différentes métriques de performance de compagnies d'assurance P&C, selon différents types de métriques d'inflation.

2. Revue de la littérature

Assurance vie vs assurance dommages (P&C)

Le monde des assurances est divisé en deux, soit l'assurance vie et l'assurance dommages (P&C). Les principales différences se traduisent par les sujets de couverture et la durée des contrats d'assurance. L'assurance vie couvre les risques associés à la mortalité et à la morbidité humaines, tandis que l'assurance dommages est, pour sa part, axée sur les risques en lien avec les pertes de biens et de propriétés tels que l'automobile ou l'habitation. Cela signifie donc que la durée des contrats d'assurance dommages est beaucoup plus petite que celle dans l'assurance vie. Cette dernière caractéristique représente un des arguments majeurs pour se concentrer sur les compagnies d'assurance P&C. En plus de cela, le lien avec l'inflation est plus direct, puisque les produits couverts dans le monde P&C, tels les automobiles ou les habitations, sont directement liés à l'inflation (D'Arcy and Ahlgrim, 2012).

Assurance dommages

Les compagnies d'assurance de P&C utilisent plusieurs termes qui peuvent être spécifiques au monde de l'assurance dommages. Les concepts de sévérité et de fréquence sont souvent associés au monde de l'assurance dommages. La sévérité représente le montant de la réclamation et la fréquence représente le nombre de fois qu'une réclamation est rapporté. En modélisant la sévérité et la fréquence, les compagnies d'assurance sont capables de mettre un prix aux primes qu'ils vont proposer à leurs assurés.

Inflation

Le sujet de l'inflation est un paramètre primordial de la présente étude. L'inflation est un mot que tout le monde connaît, mais il existe énormément de subtilité dans la façon de voir l'inflation.

Commençons par la définition propre. L'inflation est une mesure qui permet d'observer le changement de prix en général. Il existe plusieurs indices permettant de mesurer des changements de prix en général ou en sous-groupes.

Le choix de la variable d'inflation est donc primordial, considérant que plusieurs types d'indices d'inflation existent et sont calculés. Certaines mesures, comme l'indice des prix à la consommation (IPC), sont habituellement utilisées comme proxy pour mesurer l'inflation d'un pays. Cependant, dans notre étude, un sous-ensemble de l'IPC sera aussi utilisé pour voir si cela améliore les résultats. Le choix des sous-ensembles présents dans cette étude est influencé par ce qui a été utilisé dans la littérature.

Assurance dommages vs inflation

Le sujet de l'assurance dommages en relation avec l'inflation a fait l'objet de plusieurs études par le passé. Un des papiers connus est celui de Stephen Darcy. En 1982, Stephen Darcy a publié un article scientifique où il a trouvé que les marges bénéficiaires des primes étaient corrélées négativement avec l'inflation entre 1951-1976.

À la suite de cet article, plusieurs personnes ont tenté de poursuivre cette analyse, dont Richard Krivo (2009). Richard Krivo, en 2009, a trouvé que les marges bénéficiaires de souscription n'étaient pas corrélées de façon significative avec l'inflation entre 1977 et 2006 dans les compagnies d'assurance P&C. Dans cet article, l'auteur a utilisé le IPC – Total comme mesure d'inflation. Il note que même si les coûts des compagnies d'assurance sont augmentés de façon plus importante que le IPC, la direction est la même. Pour calculer les marges bénéficiaires, il a pris en compte le ratio combiné. Le ratio combiné est un ratio calculé comme suit :
$$\text{ratio combiné} = \frac{\text{Pertes encourues} + \text{Dépenses}}{\text{Primes reçues}}$$
. Ce ratio permet de mesurer la performance d'une compagnie d'assurance au niveau de ses opérations quotidiennes. Concrètement, un ratio combiné en-dessous de 100 % signifie que la compagnie est dans une situation profitable. À l'inverse,

lorsque le ratio est au-dessus de 100 %, cela signifie qu'il y a plus de réclamations faites que de primes reçues, et donc que la compagnie est dans une situation de perte.

Une étude faite par Swiss Re (2012) a aussi observé que l'inflation peut affecter la sévérité des réclamations à la hausse. Cette étude a pris l'inflation sur les salaires et le taux de non-employé comme proxy pour l'inflation. Il est noté que les périodes de stress extrême sont des périodes où l'inflation a un plus grand impact. En effet, dans les années 1970, l'augmentation de l'inflation a diminué la profitabilité des compagnies d'assurance P&C. Cela veut aussi dire que dans ces dernières années, excluant les périodes de covid, l'impact de l'inflation n'est pas aussi clair sur la profitabilité des compagnies.

Une seconde étude faite par Swiss Re en 2021 a conclu que la sévérité des réclamations concernant les habitations risque d'augmenter en raison de l'inflation concernant l'augmentation des prix de construction d'habitations à court terme. Un risque d'augmentation de la sévérité des réclamations concernant le domaine médical a aussi été observé. Cette étude permet donc de voir que la sévérité est probablement directement liée à l'inflation et devrait avoir un impact sur la profitabilité au niveau des primes vendues ou des réclamations reçues. Le même type d'inflation que lors de l'étude de 2012 a été utilisé.

Dans un texte écrit par Ahlgrim and D'Arcy en 2012, on retrouve les intuitions derrière le mouvement de profit d'une compagnie d'assurance P&C en fonction de l'inflation. Les auteurs notent que l'inflation a un impact sur les coûts futurs des réclamations des contrats d'assurance d'aujourd'hui. En effet, des réclamations concernant des habitations sont directement liées aux coûts des réparations ou de remplacement. Donc, si la prévision concernant les coûts de réparations n'est pas bonne, le risque de perdre de l'argent augmente. Le monde de l'automobile fonctionne lui aussi de la même façon. Dans ces deux secteurs d'activité, on peut penser aux prix des matériaux primaires, qui ont explosé durant la pandémie et qui vont sûrement engendrer des pertes aux compagnies d'assurance couvrant ces secteurs d'activité. Les délais pour le règlement d'une réclamation peuvent aussi engendrer des pertes, si l'inflation augmente d'année en année. Les auteurs notent, encore une fois, que c'est lors de périodes d'augmentation importante d'inflation que les compagnies d'assurance P&C sont plus propices à encaisser une perte. En prenant des données historiques et en les divisant en période de grande inflation, inflation modérée et de déflation, ils ont calculé les marges de profit des souscriptions, le revenu net et le taux de non-

travailleur d'une base de données (Best's Aggregates and Averages) pour arriver à leurs conclusions.

On peut voir qu'il y a une direction dans laquelle plusieurs études pointent. En effet, pour beaucoup, l'inflation a un impact sur les compagnies d'assurance, surtout dans des périodes de forte ou de basse inflation, et les profits sont généralement négativement corrélés à l'inflation. Le but de la présente l'étude est de confirmer ou d'infirmer cette direction avec l'environnement du covid. Il y a aussi un aspect qui n'a pas forcément été mentionné dans les différentes études et la différence entre les variables nominales et réelles (voir ci-dessous).

3. Première analyse : régression simple

Variables et données

Horizon de temps

La présente étude utilise un horizon de temps allant de 1990 à 2020 avec des données annuelles.

Variables

Variables indépendantes¹ :

La présente étude utilise trois proxys d'inflation assez différents :

1. IPC – *Sticky Price* (index 1967 =100)

Il s'agit d'un indice calculé à partir d'un sous-ensemble de biens et de services inclus dans l'IPC, qui modifie les prix relativement peu fréquemment. Étant donné que les prix de ces biens et services changent relativement peu souvent, on pense qu'ils intègrent davantage les attentes relatives à l'inflation future que les prix, qui changent plus fréquemment. Une explication possible des prix stables pourrait être reliée aux coûts encourus par les entreprises lors de modification des prix.

2. IPC – *Urban* (Index 1982-1984 = 100)

C'est un indice des prix d'un panier de biens et services payés par les consommateurs urbains. Les variations en pourcentages de l'indice des prix mesurent le taux d'inflation entre deux périodes et peuvent également représenter les habitudes d'achat des consommateurs urbains. Cet indice particulier comprend environ 88 % de la population totale incluant les salariés, les employés de bureau, les travailleurs techniques, les travailleurs indépendants, les travailleurs à court terme, les chômeurs, les retraités et ceux qui ne font pas partie de la population active.

3. IPC – *Total Items* (Index 2015 = 100)

Cet indice des prix regroupe tous les items aux États-Unis sauf la valeur des maisons.

¹ Les données concernant les IPC proviennent du site suivant : <https://fred.stlouisfed.org/>

Variables dépendantes

Métriques agrégées:

Deux types de séries de données ont été utilisés afin d'extraire les variables dépendantes. La première série regroupe les compagnies d'assurance où les données sont disponibles sur tout l'horizon de temps (i.e. temps plein (TP)). La deuxième série fait plutôt référence aux compagnies d'assurance où les données n'ont pas pu être disponibles sur tout l'horizon de temps. En d'autres mots, il s'agit des compagnies qui n'étaient pas à temps plein (i.e. non-temps plein (NTP)). Le nombre de compagnies d'assurance chaque année varie entre 1500 et 2300.

Les métriques utilisées dans la présente étude sont **la valeur d'équité** et les **pertes nettes et dépenses de pertes encourues** des compagnies d'assurance américaines présentes dans les bases de données.

Les métriques ont été exprimées sous trois bases : la somme, la moyenne et l'écart-type. Autrement dit, pour chaque année de 1990 à 2020, nous avons accès à la somme, la moyenne et l'écart-type pour les deux groupes.

Il est important de noter que les données concernant les compagnies d'assurance ont été transformées en appliquant le logarithme visant à faciliter l'interprétation des résultats.

Cela donne 12 variables dépendantes (2 types de séries * 2 métriques * 3 variables)

Type de variable : base nominale vs réelle

Les données recueillies pour les deux métriques (**la valeur d'équité** et les **pertes nettes et dépenses de pertes encourues**) sont sous base nominale, c'est-à-dire que les valeurs incorporent déjà l'effet de l'inflation et le mouvement des prix. Cela peut donc avoir un impact sur nos résultats. Par exemple, la valeur de l'équité peut avoir augmenté uniquement en raison de l'environnement économique où la compagnie se retrouve actuellement et non en raison de sa performance ou de ses activités. C'est pour cela que les données sont généralement transformées en données réelles permettant d'exclure l'effet d'inflation. Cela permet de distinguer l'effet d'inflation et les autres facteurs sur les valeurs réelles.

La méthodologie utilisée dans cette étude afin d'obtenir des données réelles est assez simple. La transformation est faite en deux étapes :

1. La série de données d'inflation est indexée en prenant comme base l'année 1990.
2. La série de données nominale (métriques de compagnies d'assurance) est divisée par l'indice de prix calculé en 1.

Le tableau suivant illustre la méthode utilisée (chiffres arbitraires) pour trois ans²:

Année	Valeurs Nominales (1)	Indice inflation (2)	Re-index à 1990 (3)	Valeurs Réelles (1/3)
1990	12 362	98,8	1,00 = (98,8/98,8)	12 362
1991	12 500	99,4	1,006 = (99,4/98,8)	12 424
1992	12 729	100,5	1,017 = (100,5 /98,8)	12 510
...

Méthode d'analyse

La première régression effectuée est une régression simple comme suit :

$$\ln (\text{Métrique_Cie_Assurance}_t) = a + \text{inflation}_t * b + \varepsilon_t$$

La variable dépendante se traduit par l'une des métriques des compagnies d'assurance et la variable indépendante correspond à l'inflation. Cette régression nous permet d'obtenir un premier aperçu de la relation entre les compagnies d'assurances et l'inflation.

Avec trois variables indépendantes et 12 variables dépendantes, un total de 36 régressions ont été effectuées.

Ces 36 régressions ont été performées deux fois. La première fois, les métriques des compagnies d'assurance sont sous base nominale et la deuxième fois, elles sont sous base réelle.

Les tableaux présentent la pente (b), le R2 et la *p*-value.

² L'année 1990 a un indice d'inflation de 100.

Analyse

Base nominale (tableaux 1.1 à 1.6)

Les premières régressions ont été effectuées à l'aide de variables sous bases nominales. La première observation que l'on peut en faire se rapporte au fait que les résultats pour le groupe TP et NTP sont en général assez similaires, à l'exception des paires IPC-Sticky Price & Pertes nettes et dépenses de pertes encourues, ainsi que IPC-*Total Items* & Pertes nettes et dépenses de pertes encourues. De ce fait, on ne fera pas de distinction entre les deux groupes pour cette partie d'analyse.

IPC – Sticky Price (tableau 1.1 et 1.2)

Par la suite, lorsque l'on observe les résultats obtenus selon le IPC- *Sticky Price*, on note que les coefficients sont négatifs, mais les coefficients de détermination sont faibles pour toutes les variables dépendantes, faisant en sorte qu'il n'y a pas de conclusion que l'on puisse tirer en ce qui concerne cette régression.

IPC – Urban et IPC – Total Items (tableaux 1.3, 1.4, 1.5 et 1.6)

Finalement, en ce qui a trait aux IPC-*Urban* et IPC-*Total Items*, les résultats obtenus entre ces deux indices s'avèrent assez similaires. La légère différence se trouve au sein de la magnitude des coefficients. En effet, dans le cas du IPC-*Total Items*, les coefficients sont plus grands. Cependant, dans les deux cas, on retrouve des coefficients de détermination (R²) beaucoup plus élevés, ce qui nous permet de conclure à une significativité importante. Ainsi, dans les deux cas, tous les coefficients sont positifs et significatifs à au moins 5 % de significativité. Ceci veut dire que lorsque l'inflation augmente, la valeur et les pertes augmentent (moyenne et somme) et que la variabilité (écart-type) de ces deux variables augmente également. Ces résultats sont donc cohérents avec les intuitions de la revue de littérature concernant les pertes (moyenne et somme) et la variabilité de la valeur d'équité et les pertes. En effet, l'inflation est censée augmenter la sévérité des réclamations, et comme une augmentation de l'inflation peut amener plus d'incertitude, cela fait en sorte qu'il y a plus de variabilité. Cependant, en ce qui concerne la valeur de l'équité (moyenne et somme), on s'attendrait à ce qu'elle soit négativement corrélée. Une explication possible serait que la régression est sous la base nominale; c'est pour cela qu'un deuxième ensemble de régression a été réalisé.

Base réelle (tableaux 2.1 à 2.6)

Les résultats sont très différents lorsque les variables dépendantes sont converties en base réelle. Cependant, comme dans le premier ensemble de régression (base nominale), les groupes TP et NTP ne seront pas divisés et seront analysés comme un seul groupe.

IPC – Sticky Price (tableaux 2.1 et 2.2)

La régression avec l'indice IPC-Sticky Price a produit des R2 plus importants, autour de 0.6-0.7. Les coefficients sont tous négatifs ce qui, une fois de plus, est en partie en cohérence avec la littérature.

IPC – Urban et IPC – Total Items (tableaux 2.3, 2.4, 2.5 et 2.6)

Pour ce qui est des indices *Urban* et *Total Items*, les R2 sont très élevés et tous les coefficients sont négatifs, comme avec l'indice IPC-Sticky Price. Dans les deux cas, tous les coefficients sont négatifs et significatifs à au moins 5% de significativité. La seule différence est encore la magnitude des coefficients. Le signe des coefficients est contraire à ceux sous base nominale. Ces résultats s'avèrent intuitifs en ce qui concerne la valeur d'équité (somme et moyenne), ce n'est toutefois pas le cas pour les pertes (somme, moyenne et écart-type) et la valeur d'équité (écart-type). Une part d'explication concernant les résultats obtenus pour les variables de pertes nettes et dépenses de pertes encourues sous les trois bases (somme, moyenne et écart-type) se rapporte probablement au fait que l'effet de l'inflation sur les compagnies d'assurance n'est peut-être pas instantané et qu'il faudrait donc sans doute décaler les variables indépendantes d'un an. Une seconde explication repose sur le fait que les pertes des années précédentes peuvent avoir un impact sur les pertes de l'année courante. Ce sont deux éléments qui n'ont pas été pris en compte dans cet ensemble de régressions.

À la suite de l'analyse effectuée sur les deux ensembles de régressions, plusieurs conclusions peuvent être tirées. Tout d'abord, les résultats sont plus significatifs quand les variables dépendantes sont sous base réelle. Cependant, les signes des coefficients ne sont pas ceux attendus. Ensuite, l'indice *IPC-Sticky* est celui qui a le moins de significativité entre les trois variables d'inflation. Finalement, les indices *IPC-Urban* et *IPC-Total Items* ont des comportements similaires sur les différentes variables dépendantes.

Pour la deuxième série d'analyse, seulement le groupe TP, contrairement au groupe NTP, a été pris en compte au vu des résultats de la première série d'analyse. En effet, il ne valait pas la peine de conserver les deux groupes, puisque les résultats de l'analyse précédente étaient très similaires et amèneraient aux mêmes conclusions pour les prochaines analyses. En ce qui concerne les IPC, seulement le *IPC – Urban* et le *IPC – Sticky* ont été retenus, contrairement au groupe *IPC-Total Items*. Lors de la première analyse, le *IPC – Total Items* a eu des résultats très similaires à celui du *IPC – Urban*, ce qui fait en sorte qu'il n'y a pas de valeur ajoutée à conserver les deux indices, puisque les conclusions seront les mêmes lors des prochaines analyses. Concernant les variables dépendantes, soit la valeur d'équité et les pertes nettes et dépenses de pertes encourues, les bases somme et écart-type ont été retenues, contrairement à la base moyenne. Cette dernière n'a pas été retenue puisqu'elle a des résultats très similaires aux résultats de la base somme et risquait d'avoir les mêmes comportements lors des prochaines analyses. Il faut aussi noter que les variables dépendantes peuvent être sous base réelle ou nominale, comme lors de la première analyse. En résumé, cela nous laisse avec les variables suivantes pour le groupe TP :

Variables indépendantes :

-*IPC – Total Items*

-*IPC – Urban*

Et pour les variables dépendantes :

- Les pertes nettes de la réassurance et dépenses de pertes encourues sous base somme et l'écart type
- Équité sous base somme et écart-type.

4. Deuxième série d'analyse : analyse en composantes principales (ACP).

La deuxième série d'analyse va permettre de pousser les résultats trouvés dans la première série d'analyse et d'explorer d'autres variables dépendantes.

Variables et données

Horizon de temps

La présente étude utilise un horizon de temps allant de 2002 à 2020 avec des données annuelles.

Variables

Variables indépendantes

Référez-vous à la section des variables indépendantes de la première analyse pour la définition des variables. Comme mentionné précédemment, seulement le IPC – *Urban* et le IPC – *Sticky* ont été retenus.

Variables dépendantes

Référez-vous à la section des variables dépendantes de la première analyse pour la définition des variables. Comme mentionné précédemment, seulement les bases somme et écart-type ont été retenues pour les deux variables (la valeur d'équité et les pertes nettes et dépenses de pertes encourues).

Cependant, dans cette deuxième série d'analyse, trois autres variables ont été ajoutées : *dépenses d'exploitation*, *paiements bruts des sinistres* et *total des primes brutes*. En ajoutant ces variables, on peut élargir l'ensemble des variables et approfondir notre analyse sur d'autres variables. Il faut aussi noter que les trois métriques ajoutées sont importantes et omniprésentes dans le monde des assurances.

Au niveau de la corrélation, on pourrait s'attendre à ce que les trois nouvelles métriques le soient avec l'inflation. En effet, si l'inflation augmente, elle fait augmenter les dépenses et les paiements des sinistres, il y aurait donc une corrélation positive. En ce qui concerne le total des primes, l'intuition n'est peut-être pas aussi flagrante. En effet, l'inflation risque de faire augmenter les coûts futurs des réclamations et, par le fait même, la prime. On s'attend donc à ce que cela soit également corrélé positivement à l'inflation.

Pour l'analyse effectuée sous base réelle ou nominale, plusieurs combinaisons sont possibles et elles ont toutes été analysées. Pour chaque variable indépendante (*IPC-Urban* et *IPC-Sticky*), il faut choisir soit la variable d'équité, soit celle des pertes nettes et dépenses de pertes encourues et en choisir la base, somme ou écart-type. De plus, les trois nouvelles métriques sont ajoutées, soit les dépenses d'exploitation, les paiements bruts des sinistres et le total des primes brutes. Il y a donc huit possibilités³ sous base réelle et nominale, donc un total de 16 combinaisons. Voici quelques exemples de combinaisons :

Base nominale : *IPC-Urban*, Équité (base somme), trois nouvelles métriques

Base réelle : *IPC-Urban*, Équité (base écart-type), trois nouvelles métriques

Base réelle : *IPC-Urban*, Pertes nettes et dépenses de pertes encourues (base somme), trois nouvelles métriques

Méthode d'analyse

Pour cette deuxième partie, la méthode utilisée est une analyse en composantes principales (ACP). Cette méthode permet de voir rapidement la dynamique de corrélation entre les variables à l'aide d'un cercle de corrélation. Il est aussi possible d'extraire les variables importantes et de réduire ainsi la dimension d'une donnée multivariée, c'est-à-dire d'analyser quelles variables ont le plus d'impact sur l'inflation. En d'autres mots, cette technique permet de sortir les variables qui expliquent le plus la variance du jeu de données et de voir la corrélation entre elles.

Interprétation du cercle de corrélation

On s'intéresse en premier lieu aux flèches qui sont loin du cercle, car elles ont un degré de corrélation plus grand. En effet, si les flèches sont courtes, la significativité des résultats n'est pas intéressante. En deuxième lieu, on s'intéresse à l'angle qu'il peut y avoir entre deux variables. Quand l'angle entre deux variables se rapproche de 90 degrés, on peut déduire qu'elles sont indépendantes parce qu'elles ne répondent pas de la même façon à un axe d'inertie. Cependant, si deux variables sont proches, on peut déduire qu'elles sont positivement corrélées, parce qu'elles répondent de la même manière à la première dimension. En effet, deux variables identiques ont

³ Il y a quatre combinaisons liées aux variables d'équité et des pertes nettes et dépenses de pertes encourues et il y a deux variables indépendantes, soit *IPC-Urban* et *IPC-Sticky*. Il y a donc un total de huit combinaisons.

une distance nulle puisqu'elles sont parfaitement corrélées. Si deux variables ont un angle de 180 degrés, les variables sont négativement corrélées. On peut donc voir qu'il est possible de trouver la corrélation entre deux variables avec la longueur des flèches de chaque variable ainsi que l'angle qu'elle forme avec une autre variable.

Les graphiques qui présentent les cercles de corrélations sont en annexe.

Analyse

Base réelle - IPC-Urban

Base somme (Figure 3.1)

On peut déduire que toutes les variables sont négativement corrélées à l'indice IPC – *Urban*. De plus, toutes les variables dépendantes sont corrélées entre elles, soit la variable d'équité et les pertes nettes et dépenses de pertes encourues. Le résultat pour les pertes nettes et dépenses de pertes encourues est surprenant, puisqu'on s'attend à ce que les pertes nettes soient corrélées positivement avec l'indice d'inflation, mais les résultats démontrent le contraire. Pour ce qui est de la valeur d'équité, les résultats valident l'intuition et le fait qu'elles soient négativement corrélées, car l'inflation fait augmenter les coûts et donc diminuer la valeur d'équité. Pour les trois autres variables, on voit que cela va à l'encontre de notre hypothèse, car on s'attendait à ce que les variables soient négativement corrélées.

Base écart-type (Figure 3.2)

Les résultats sont surprenants. Toutes les variables dépendantes sont négativement corrélées à l'indice d'inflation et elles sont toutes corrélées entre elles positivement. C'est contre-intuitif pour la majorité des variables dépendantes, parce que cela voudrait dire que si l'indice d'inflation augmente, la variabilité des dépenses, des pertes et des primes diminuent.

Base nominale - IPC-Urban

Base somme (Figure 3.3)

Toutes les variables sont positivement corrélées entre elles et avec l'inflation, sauf la variable des paiements des sinistres bruts, puisqu'elle forme un angle de près de 90 degrés avec les autres

variables, incluant l'indice de l'inflation. Cette dernière est donc indépendante des autres. Cela est intuitif, encore une fois, pour toutes les variables positivement corrélées, sauf pour la variable d'équité, puisqu'on s'attend à ce que la variable d'équité soit négativement corrélée à l'indice d'inflation.

Base écart-type (Figure 3.4)

Au niveau des combinaisons liées aux pertes nettes et dépenses de pertes encourues, toutes les variables sont positivement corrélées entre elles et avec l'indice de l'inflation, sauf elle-même. Il est donc difficile et impossible d'analyser la corrélation des différentes variables avec les pertes nettes et les dépenses de pertes encourues.

Au niveau des combinaisons liées à l'équité, c'est la variable paiements des sinistres bruts qui est indépendante de toutes les autres, à cause de l'angle de 90 degrés qu'elle forme avec les autres variables. Cela rejoint donc les observations sous la base somme où les résultats sont intuitifs, sauf pour la variable d'équité. En effet, elle est positivement corrélée, mais on s'attend à l'inverse selon notre intuition.

Base réelle – IPC - Sticky

Base somme et écart-type (figures 3.5 et 3.6)

Les résultats sont similaires à ceux du IPC – Urban.

Base nominale – IPC - Sticky

Base somme (figure 3.7)

Les variables pertes nettes et dépenses de pertes encourues, dépenses d'exploitation et total des primes brutes sont corrélées positivement. Cependant, le IPC – Sticky est indépendant de ces trois variables. On ne peut rien déduire de la variable paiements des sinistres, car elle est indépendante de toutes les autres variables. La même observation est faite pour la variable équitée, qui est corrélée avec les dépenses d'exploitation et le total des primes brutes, mais pas aux paiements des sinistres.

Base écart-type (*Figure 3.8*)

Peu de conclusions peuvent être tirées des deux cercles, mis à part que la variable IPC – *Sticky* est indépendante des primes, de la valeur d'équité et des pertes nettes et dépenses de pertes encourues. En d'autres mots, l'indice IPC-Stick n'est pas corrélé et n'influence pas ces trois variables selon les résultats.

À la suite de l'analyse effectuée pour cette deuxième partie, plusieurs conclusions peuvent être tirées. Tout d'abord, il y a encore une grosse différence entre la base réelle et la base nominale. La base réelle procure des résultats plus concrets que la base nominale. Les résultats sont assez similaires concernant les deux indices d'inflation et, sous la base réelle, les résultats suivent ceux de la première partie d'analyse, c'est-à-dire que la majorité des variables réelles sont négativement corrélées aux indices d'inflation.

5. Troisième analyse : comparaison avec 2021

À la suite des deux premières analyses, une troisième et dernière analyse a été effectuée. Cette troisième analyse avait pour objectif de tester les principaux résultats trouvés dans les sections précédentes avec les données de 2021.

Seulement quelques variables dépendantes et indépendantes ont été sélectionnées pour cette troisième analyse. Ces combinaisons représentent les résultats significatifs des deux premières analyses.

Variables et données

Les combinaisons retenues sont les suivantes :

Horizon de temps

La présente étude utilise un horizon de temps allant de 2020 à 2021 avec des données annuelles.

Variables

Variables indépendantes

Les deux indices utilisés dans la section sont conservés (IPC – *Urban* et IPC – *Sticky*).

Variables dépendantes

La valeur d'équité et les pertes nettes et dépenses de pertes encourues sont conservées comme variables dépendantes. Notez que les bases somme et écart-type sont aussi conservées.

Notez que les bases nominale et réelle seront aussi utilisées.

Méthode d'analyse

La méthode utilisée pour cette dernière analyse est très simple. La variation des valeurs entre les années 2020 et 2021 a été calculée. L'objectif est donc d'observer si nos résultats trouvés précédemment sont confirmés par les données de 2021.

Analyse

Voici les deux tableaux de résultats qui serviront à l'analyse

Tableau 4.1 Comparaison 2021 – IPC *Urban*

IPC - <i>Urban</i>	2020	2021	Variation
Equité_Nominale	20,8	20,9	0,61%
Pertes_Nominale	19,9	20,0	0,55%
Equité_Réelle	20,8	19,5	-6,05%
Pertes_Réelle	19,9	18,7	-6,12%
IPC- <i>Urban</i>	261,6	280,1	7,10%

Tableau 4.2 Comparaison 2021 – IPC *Sticky*

IPC - <i>Sticky</i>	2020	2021	Variation
Equité_Nominale	20,8	20,9	0,61%
Pertes_Nominale	19,9	20,0	0,55%
Equité_Réelle	20,8	6,2	-70,29%
Pertes_Réelle	19,9	5,9	-70,31%
IPC- <i>Sticky</i>	33,1	112,1	238,66%

Nos résultats confirment les résultats des deux premières analyses. En effet, les bases nominale et réelle donnent des résultats opposés lors de nos deux premières analyses. Les pertes et la valeur d'équité suivent le mouvement de l'inflation sous base nominale. En revanche, il est à noter qu'ils suivent le mouvement en termes de signe mais en terme magnitude, les deux variables étant très loin du mouvement de l'inflation (i.e. 0.61% & 0.55% vs 7.10% - *Urban* vs 238.66% - *Sticky*). Les deux variables sous base réelle donnent des résultats plus pertinents. En effet, les mouvements sont à l'opposé de ceux de l'inflation. En termes de magnitude, pour le IPC – *Urban*, les variables pertes et valeur d'équité bougent de la même magnitude dans la direction opposée. Pour ce qui est du IPC – *Sticky*, les variables bougent aussi dans la direction inverse, mais la magnitude est moins élevée.

Ceci confirme les résultats des deux premières analyses à l'effet que les variables pertes et valeur d'équité sous base réelle ont plus de significativité et qu'elles sont négativement corrélées aux indices d'inflation. De plus, le IPC – *Urban* est encore une fois celui où les résultats sont plus significatifs.

6. Conclusion

Les différentes analyses effectuées dans cette étude ont permis de voir l'impact de l'inflation sur différentes métriques (la valeur d'équité et les pertes nettes et dépenses de pertes encourues) qu'utilisent les compagnies d'assurance dommages.

L'étude a regardé le comportement de ces deux variables sous plusieurs bases (somme, moyenne et écart-type) avec trois différents indices d'inflation. On a pu voir que l'IPC – *Urban* est celui qui a permis d'avoir des résultats significatifs. On a aussi pu déduire que l'inflation influence négativement la valeur d'équité et les pertes nettes et dépenses de pertes encourues. Pour la valeur d'équité, cela suit notre intuition, cependant, pour les pertes nettes, on se serait attendu à ce qu'elles soient positivement corrélées avec l'inflation.

L'étude a aussi démontré qu'il y a une grosse différence entre des variables sous base réelle ou nominale. En effet, les analyses effectuées sous base réelle étaient plus significatives que celles sous base nominale.

Comme on l'a vu lors de la revue de la littérature, une explication est peut-être le fait que la période utilisée dans cette étude n'incorpore pas des périodes de très hautes/basses inflation. Il serait intéressant de répéter l'exercice dans quelques années pour prendre en compte l'augmentation de l'inflation des prochaines années.

7. Annexes

7.1 Première analyse : régression simple

Base nominale

Tableau 1.1 Régression (Temps plein) - IPC – *Sticky Price* – Base nominale

IPC – <i>Sticky Price</i> – Temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	p-value
	Somme		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,005	0,155	0,000
Valeur d'équité	-0,011	0,194	0,000
	Moyenne		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,004	0,123	0,000
Valeur d'équité	-0,010	0,182	0,000
	Écart-type		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,005	0,051	0,000
Valeur d'équité	-0,011	0,144	0,000

Tableau 1.2 Régression (Non-temps plein) - IPC – *Sticky Price* – Base nominale

IPC – <i>Sticky Price</i> – Non-temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,005	0,160	0,000
Valeur d'équité	-0,010	0,199	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,005	0,124	0,000
Valeur d'équité	-0,011	0,174	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,005	0,133	0,000
Valeur d'équité	-0,011	0,142	0,000

Tableau 1.3 Régression (Temps plein) - IPC – Urban – Base nominale

IPC – Urban – Temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,007	0,973	0,000
Valeur d'équité	0,014	0,957	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,007	0,946	0,000
Valeur d'équité	0,014	0,974	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,006	0,282	0,000
Valeur d'équité	0,017	0,958	0,000

Tableau 1.4 Régression (Non-temps plein) - IPC – Urban – Base nominale

IPC – Urban – Non-temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,007	0,971	0,000
Valeur d'équité	0,013	0,958	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,009	0,966	0,000
Valeur d'équité	0,015	0,972	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,007	0,953	0,000
Valeur d'équité	0,018	0,957	0,000

Tableau 1.5 Régression (Temps plein) - IPC – *Total Items* – Base nominale

IPC – <i>Total Items</i> – Temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,018	0,973	0,000
Valeur d'équité	0,033	0,957	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,017	0,946	0,000
Valeur d'équité	0,032	0,974	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,015	0,282	0,000
Valeur d'équité	0,040	0,958	0,000

Tableau 1.6 Régression (Non-temps plein) - IPC – *Total Items* – Base nominale

IPC – <i>Total Items</i> – Non-temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
	Somme		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,017	0,971	0,000
Valeur d'équité	0,032	0,958	0,000
	Moyenne		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,021	0,966	0,000
Valeur d'équité	0,036	0,972	0,000
	Écart-type		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	0,017	0,953	0,000
Valeur d'équité	0,042	0,957	0,000

Base réelle

Tableau 2.1 Régression (Temps plein) - IPC – *Sticky Price* – Base réelle

IPC – <i>Sticky Price</i> – Temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
	Somme		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-1,059	0,630	0,026
Valeur d'équité	-1,099	0,631	0,042
	Moyenne		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,661	0,631	0,000
Valeur d'équité	-1,073	0,631	0,029
	Écart-type		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,751	0,629	0,001
Valeur d'équité	-1,17	0,633	0,106

Tableau 2.2 Régression (Non-temps plein) - IPC – *Sticky Price* – Base réelle

IPC – <i>Sticky Price</i> – Non-temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
	Somme		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-1,060	0,630	0,026
Valeur d'équité	-1,101	0,631	0,044
	Moyenne		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,647	0,634	0,000
Valeur d'équité	-1,060	0,633	0,023
	Écart-type		
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,743	0,633	0,001
Valeur d'équité	-1,163	0,634	0,097

Tableau 2.3 Régression (Temps plein) - IPC – Urban – Base réelle

IPC – Urban – Temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,066	0,972	0,000
Valeur d'équité	-0,063	0,978	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,039	0,966	0,000
Valeur d'équité	-0,062	0,975	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,046	0,939	0,000
Valeur d'équité	-0,066	0,971	0,000

Tableau 2.4 Régression (Non-temps plein) - IPC – Urban – Base réelle

IPC – Urban – Non-temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,067	0,972	0,000
Valeur d'équité	-0,064	0,978	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,037	0,969	0,000
Valeur d'équité	-0,060	0,976	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,045	0,970	0,000
Valeur d'équité	-0,065	0,971	0,000

Tableau 2.5 Régression (Temps plein) - IPC – Total Items – Base réelle

IPC – Total Items – Temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,157	0,972	0,000
Valeur d'équité	-0,150	0,978	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,093	0,966	0,000
Valeur d'équité	-0,147	0,975	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,109	0,939	0,000
Valeur d'équité	-0,157	0,971	0,000

Tableau 2.6 Régression (Non-temps plein) - IPC – Total Items – Base réelle

IPC – Total Items – Non-temps plein			
<i>Variables dépendantes</i>	b	R2	<i>p-value</i>
Somme			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,158	0,972	0,000
Valeur d'équité	-0,151	0,978	0,000
Moyenne			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,088	0,969	0,000
Valeur d'équité	-0,142	0,976	0,000
Écart-type			
Pertes nettes et dépenses de pertes encourues	-0,106	0,970	0,000
Valeur d'équité	-0,157	0,971	0,000

7.2- Deuxième série d'analyse : analyse en composantes principales (ACP).

Figure 3.1 ACP - IPC – Urban – Somme – Base réelle

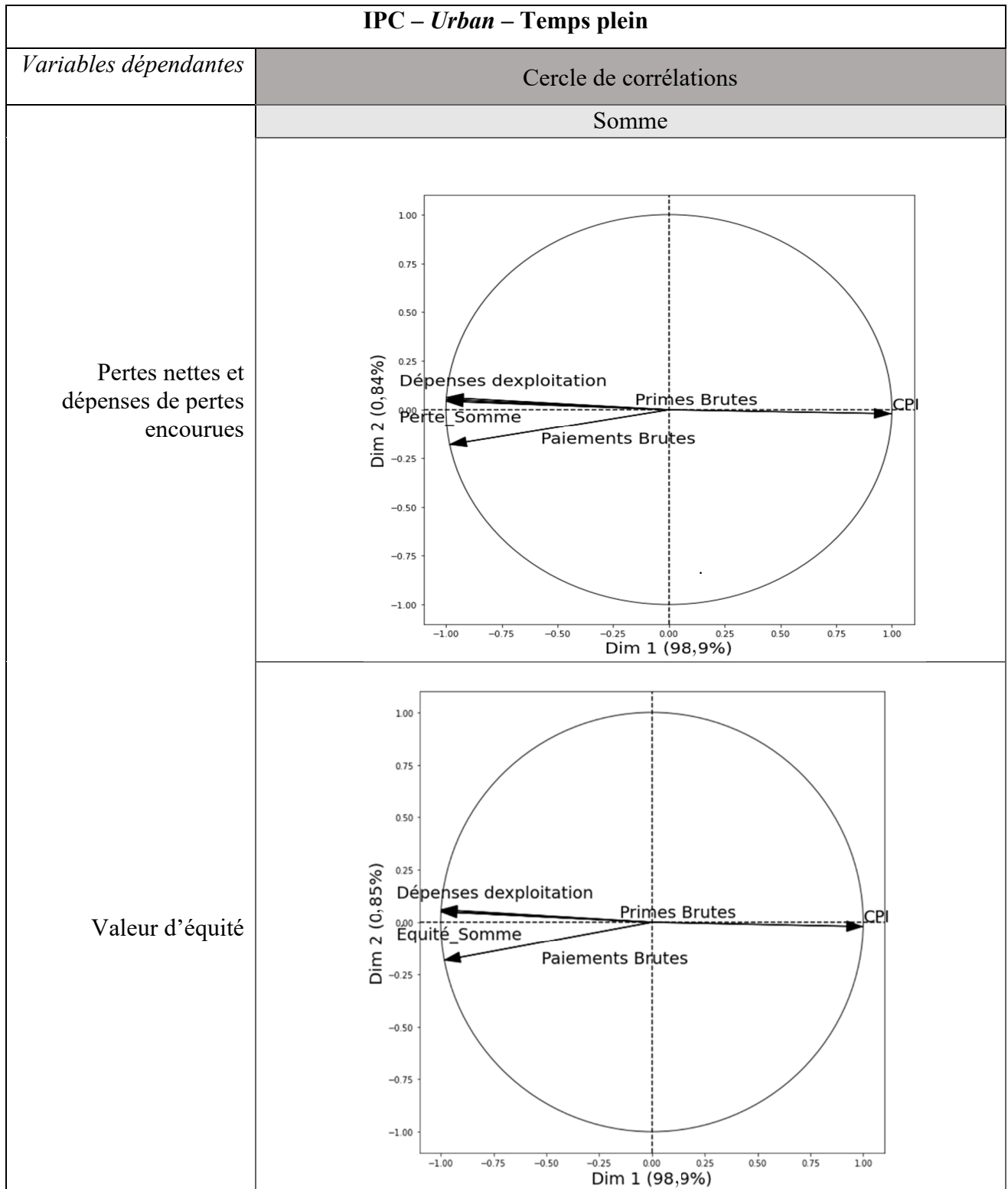


Figure 3.2 ACP - IPC – Urban – Écart-type – Base réelle

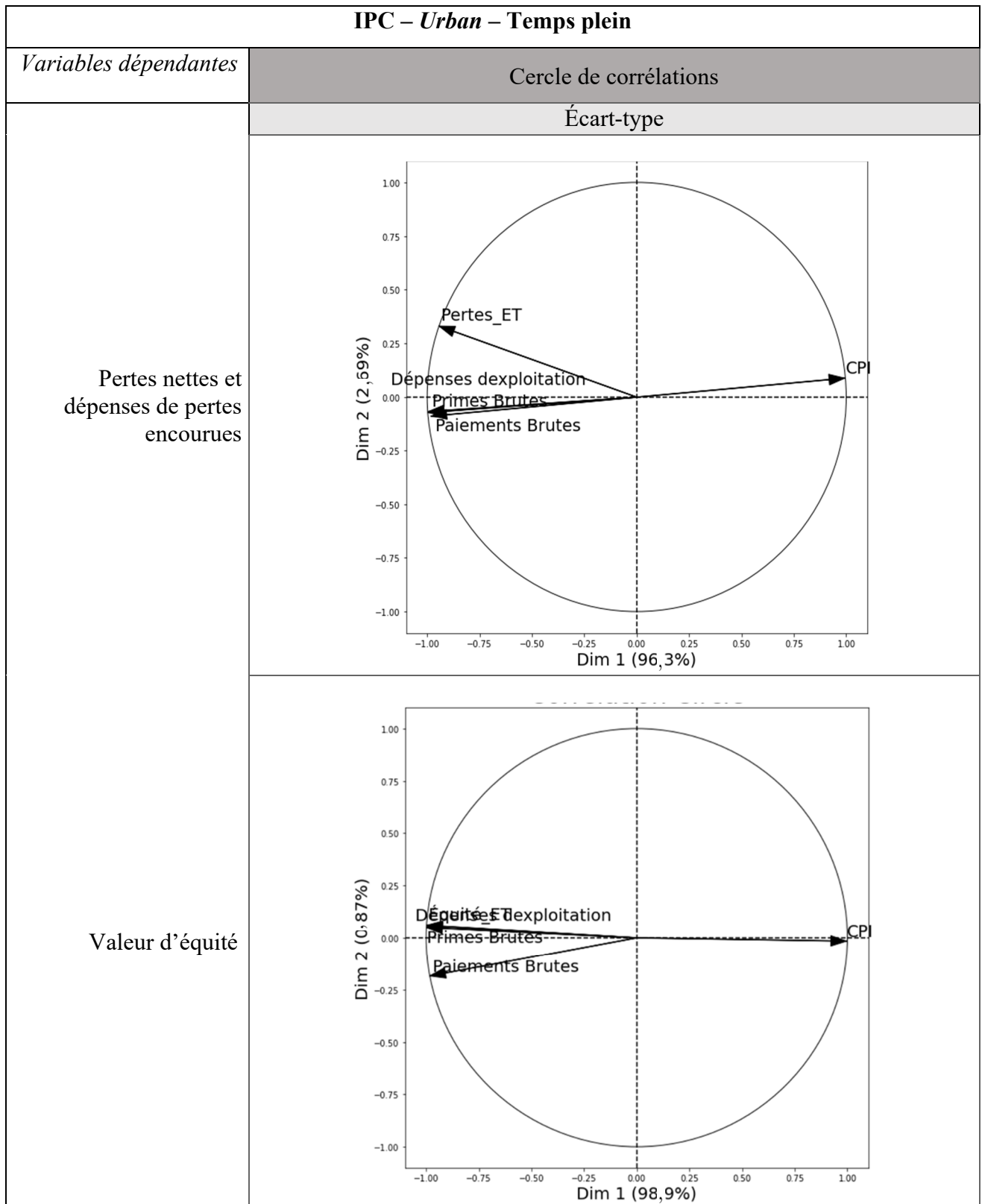


Figure 3.3 ACP - IPC – Urban – Somme – Base nominale

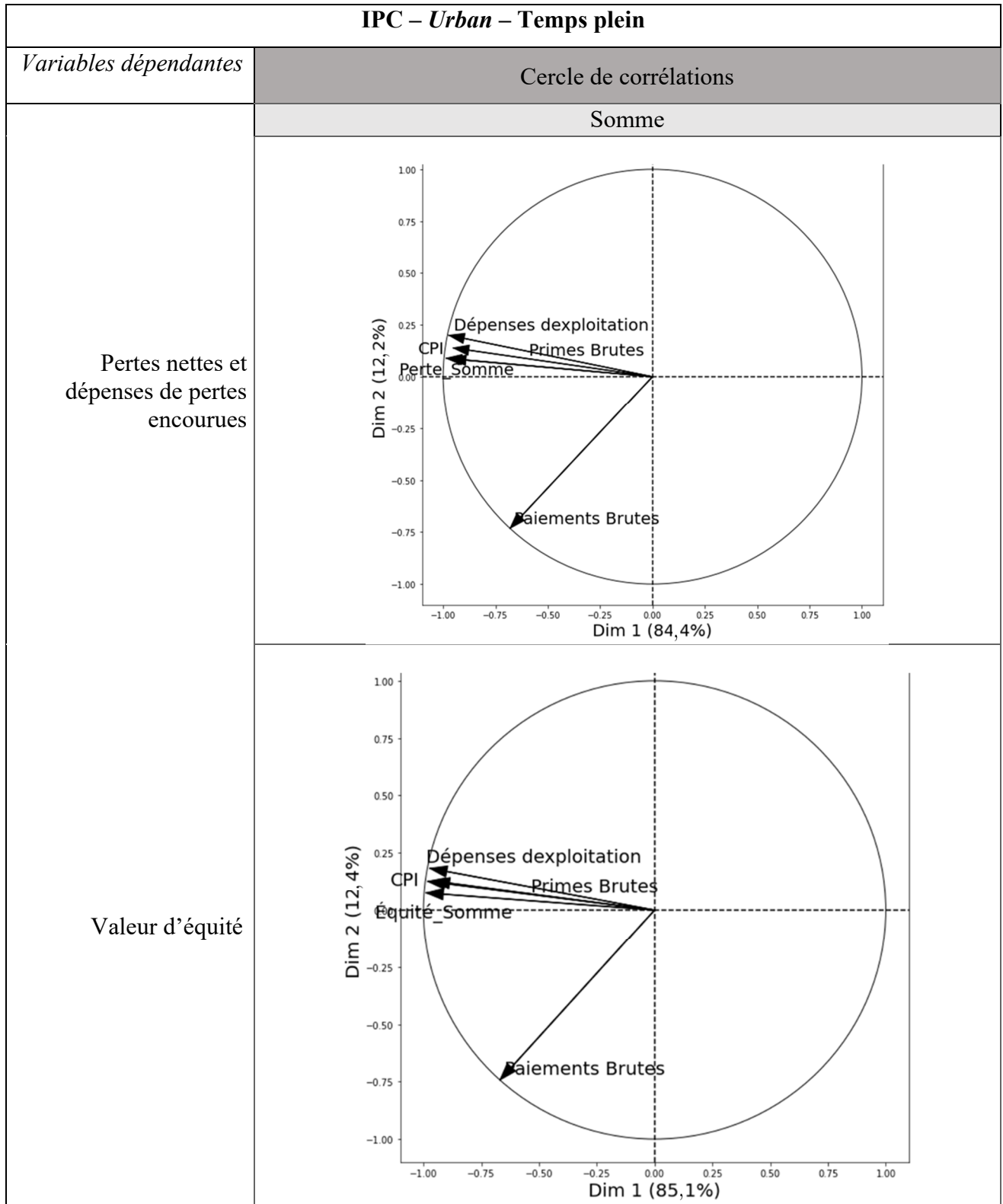


Figure 3.4 ACP - IPC – Urban – Écart-type – Base nominale

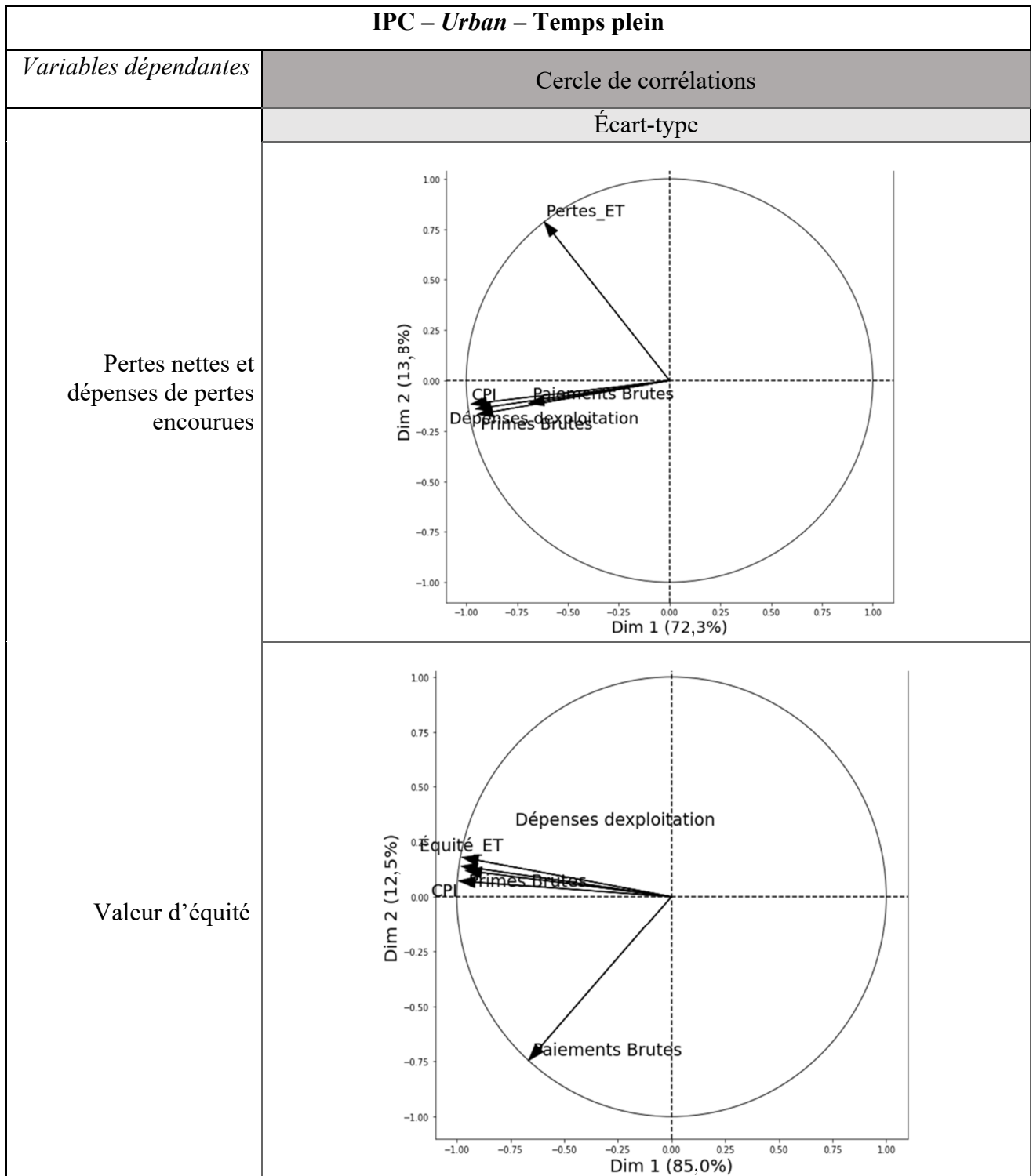


Figure 3.5 ACP - IPC - *Sticky* - Somme - Base réelle

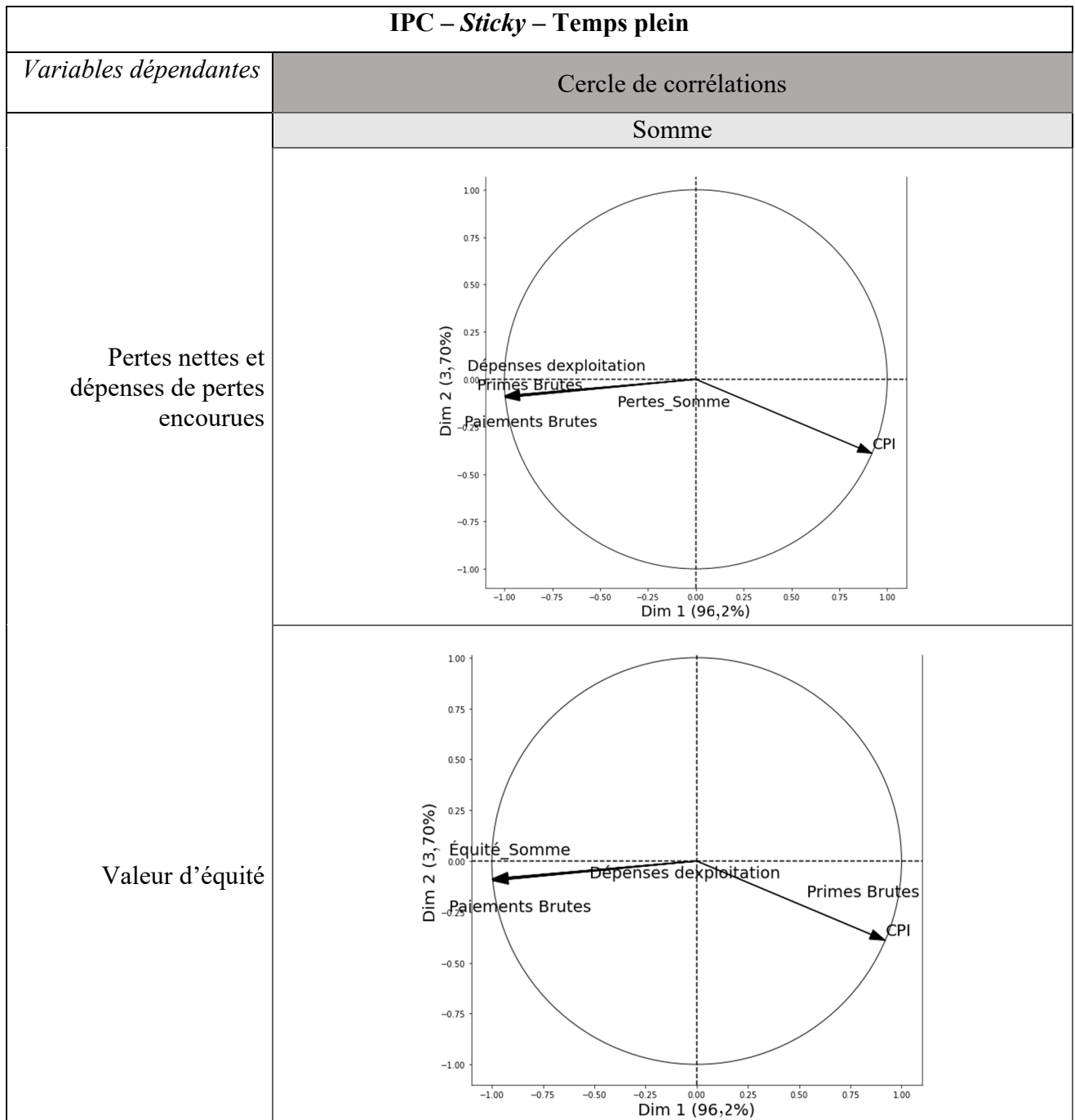


Figure 3.6 ACP - IPC – *Sticky* – Écart-type – Base réelle

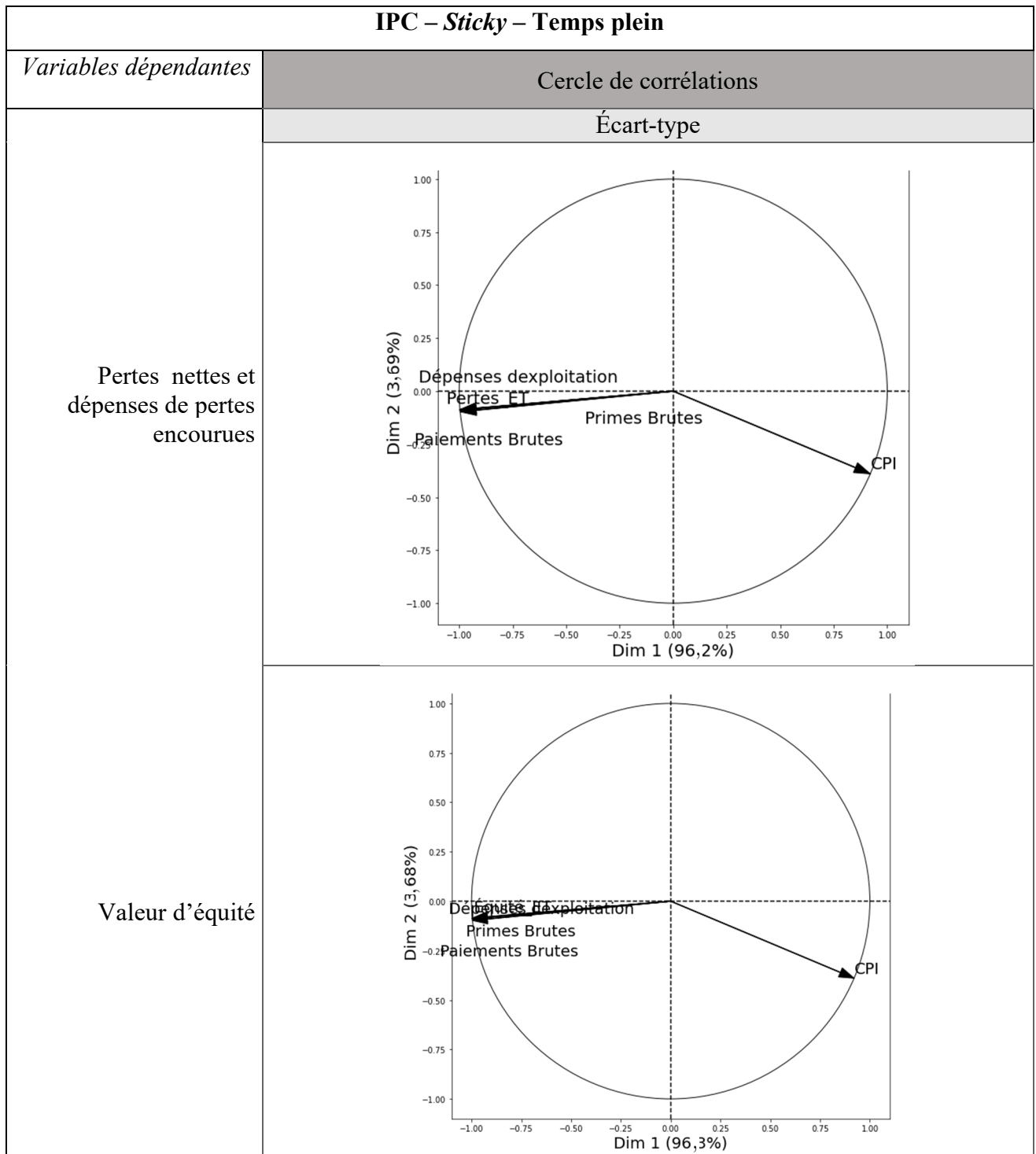


Figure 3.7 ACP - IPC – Sticky – Somme – Base nominale

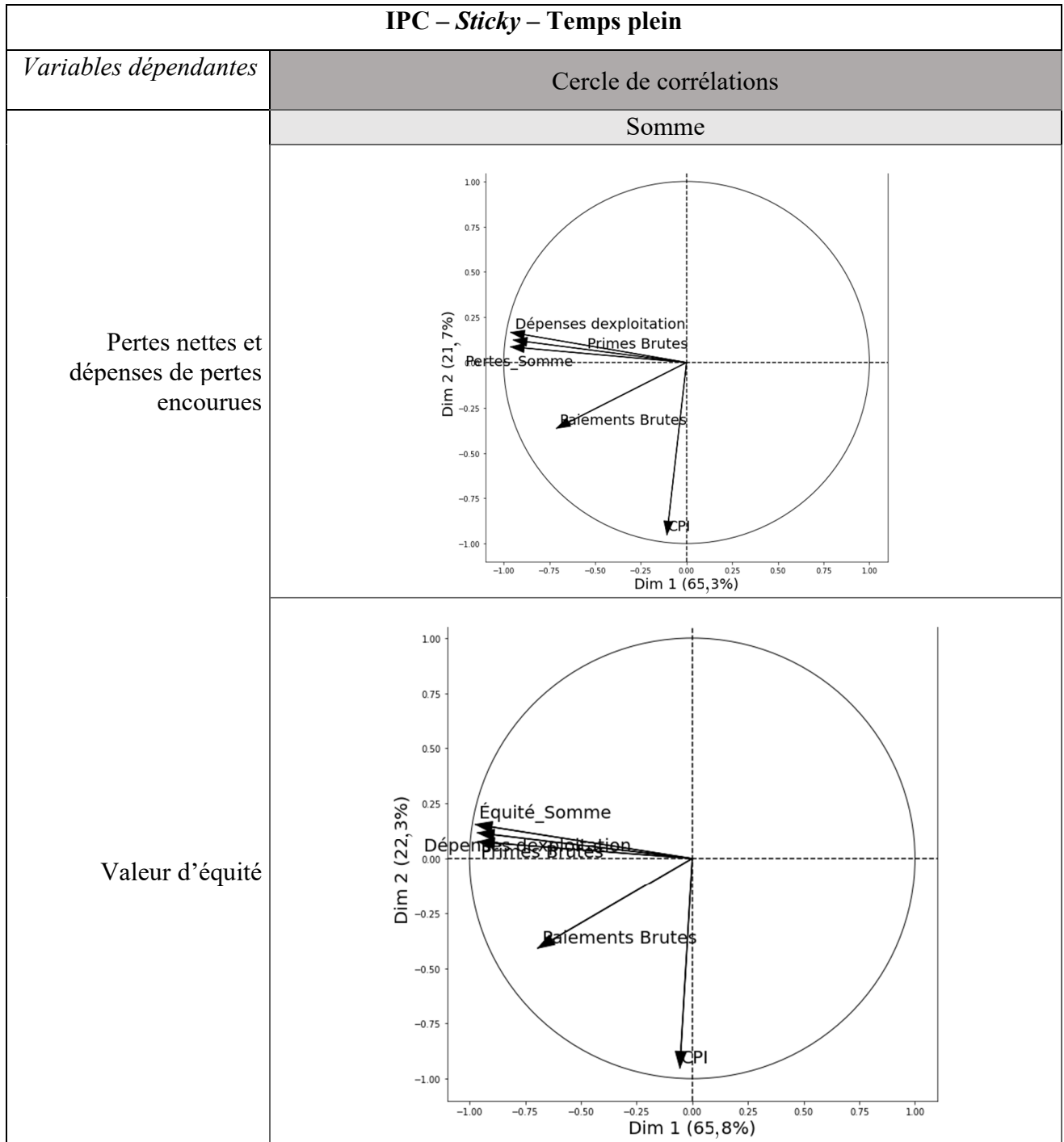
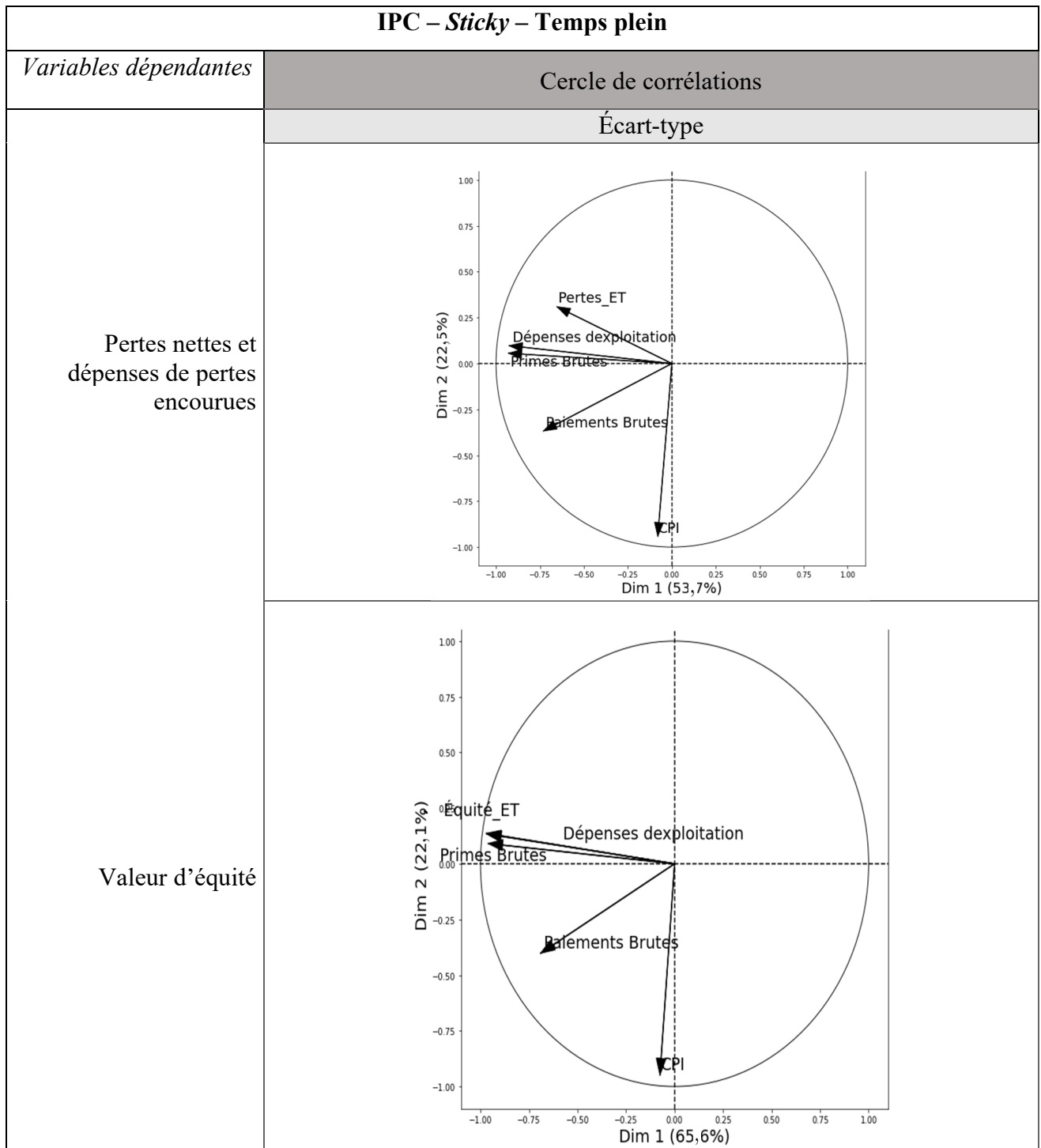


Figure 3.8 ACP - IPC – Sticky – Écart-type – Base nominale



Bibliographie

- Alhgrim, Kevin C., and Stephen P. D'Arcy. 2012. The Effect of Deflation or High Inflation on the Insurance Industry. Available online:
https://www.casact.org/research/NAACCRG/final_report.pdf (accessed on 19 April 2015).
- Auden, James B., and Laura Kaster. "Inflation, Rising Rates Fuel Downside Risk for US P/C Insurers." *Fitch Ratings: Credit Ratings & Analysis for Financial Markets*, 2021,
<https://www.fitchratings.com/research/insurance/inflation-rising-rates-fuel-downside-risk-for-us-p-c-insurers-28-10-2021>.
- Dionne Georges and Desjardins, Denise *A re-examination of the U.S. insurance market's capacity to pay catastrophe losses*, Risk Management and Insurance Review, 2022.
- Federal Reserve Bank of Dallas*, <https://www.dallasfed.org/research/basics/nominal.aspx>.
- Karl, Kurt. "The Impact of Inflation on Insurers." *Swiss Association of Actuaries.*, 2012.
- Krivo, Richard, 2009, "An Update to D'Arcy's 'A Strategy for Property-Liability Insurers in Inflationary Times'," Casualty Actuarial Society E-Forum.
<http://www.casact.org/pubs/forum/09spforum/04Krivo.pdf>
- Thomas Holzheu. *Inflation Impacts: Short-Term Claims Spike in US Property Insurance, Longer-running Headwinds for Casualty*, Swiss Re Institute, 2021.
- Weisbart, Steven N. "Inflation Risk and P-CIC Insurance: Overview and Outlook - III." *Insurance Information Institute*, Insurance Information Institute, 2010.
<https://www.iii.org/sites/default/files/docs/pdf/RAA-051810.pdf>.