



HAL
open science

“ Dater d’après le cachet ” Une approche méthodologique pour les cachets circulaires hittites

Néhémie Strupler

► **To cite this version:**

Néhémie Strupler. “ Dater d’après le cachet ” Une approche méthodologique pour les cachets circulaires hittites. J. Patrier; P. Quenet; P. Butterlin. Milles et une empreintes. Un Alsacien en Orient. Mélanges en l’honneur du 65e anniversaire de Dominique Beyer, 2016, 978-2-503-54926-2. hal-01485166

HAL Id: hal-01485166

<https://hal.science/hal-01485166>

Submitted on 8 Mar 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L’archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d’enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

« Dater d’après le cachet » Une approche méthodologique pour les cachets circulaires hittites

*Néhémie Strupler **

manuscrit daté du 2013-07-13 (recompilé avec Rmarkdown le 2017-03-06 pour rendre le code informatique apparent)

Introduction

Utilisés depuis des millénaires, les cachets gravés d’initiales, de titres ou d’emblèmes, en creux ou en relief, servent à sceller des objets pour en attester l’authenticité et en contrôler l’ouverture. Pendant la période du Bronze récent, ce sont les cachets circulaires et les sceaux-bagues qui sont utilisés au nord de la chaîne des monts Taurus, en pays hittite. Les études sigillographiques des cachets hittites, débutées il y a plus d’un siècle, ont largement contribué à la découverte et à la connaissance de cette civilisation.

Chaque cachet est unique, identifiable par sa légende et son iconographie, et témoigne aussi bien de pratiques administratives que du contexte culturel (figures 1 et 2). Cependant, rares sont les cachets (ou leurs impressions) datés grâce à leur contexte de découverte. Souvent, ils proviennent de couches d’érosion. Leur datation – hormis les sceaux royaux – repose essentiellement sur l’étude iconographique. C’est le mérite, entre autres, de R. M. Boehmer d’avoir classé de manière rigoureuse les sceaux hittites en périodes, grâce à une étude stylistique qui sera reprise et complétée ici¹. Ces travaux cherchent à cerner un problème de variabilité : quelle typologie établir pour grouper les cachets et les ordonner chronologiquement ?

Le découverte en 1990–1991 d’un lot de plus de 3000 empreintes de sceaux dans la capitale hittite Hattuša et publiées de manière remarquable ont renouvelé nos connaissances de la glyptique anatolienne². Une telle masse de documents a brusquement quadruplé le nombre de scellés découvert en un siècle à Boğazköy³. Le corpus de Nişantepe a permis d’affiner le classement chronologique et d’attribuer quelques sceaux à deux périodes : le début de la période hittite impériale (ca XIVe s.) et la fin de la période hittite impériale (ca XIIIe s.)⁴. De la même manière, la mise au jour de sceaux dans des provinces de l’empire hittite et les progrès accomplis dans lecture des hiéroglyphes contribuent au renouveau de nos connaissances⁵. En contre partie, en l’absence de synthèse récente et vu les nouvelles découvertes, la remise en question des anciennes interprétations et datations reste difficile. Partant de ce constat, le recours à une approche statistique descriptive multidimensionnelle offre la possibilité d’observer, d’explorer et de valider (ou d’invalider) des hypothèses sur un jeu de données multivariées et d’intégrer aisément anciennes et nouvelles découvertes. Ces analyses permettent de représenter graphiquement la variabilité des sceaux pour illustrer d’une part la variance entre chaque cachet et, d’autre part, celle entre les groupes.

*Doctorant, CNRS-UMR 7044 ARCHIMÈDE – **Université de Strasbourg**, INSTITUT FÜR ALTORIENTALISCHE PHILOGIE UND VORDERASIATISCHE ALTERTUMSKUNDE – **Westfälische Wilhelms-Universität Münster**. Afin d’alléger la lecture et les graphiques les sceaux sont identifiés par une lettre, renvoyant à un catalogue, suivie du numéro du catalogue selon le principe suivant :

- B équivaut à [Boehmer et Güterbock 1987](#) ;
- D équivaut à [Dinçol et Dinçol 2008](#) ;
- G équivaut à [Güterbock 1942](#) ;
- H équivaut à [Herbort 2005](#).

Ex : D.57 fait référence au numéro 57 du catalogue [Dinçol et Dinçol 2008](#).

¹[Boehmer 1975](#); [Boehmer et Güterbock 1987](#). Pour un historique des recherches, cf. [Herbort 2005](#), 1–3 ; [Dinçol et Dinçol 2008](#), 1–2.

²[Herbort 2005](#) ; [Herbort et al. 2011](#). Lors de ces campagnes, 3401 empreintes ont été récoltées et classées en 148 sceaux royaux (pour 2062 empreintes) et 785 sceaux de princes et fonctionnaires (pour 1339 empreintes). Cf. [Herbort et al. 2011](#), 2.

³[Herbort 2005](#), 3.

⁴ [Herbort 1998](#) ; [Herbort et Alkan 2000](#) ; [Herbort 2005](#), 9–18.

⁵Cf. [Boysan-Dietrich et al. 2009](#), XI–XII.

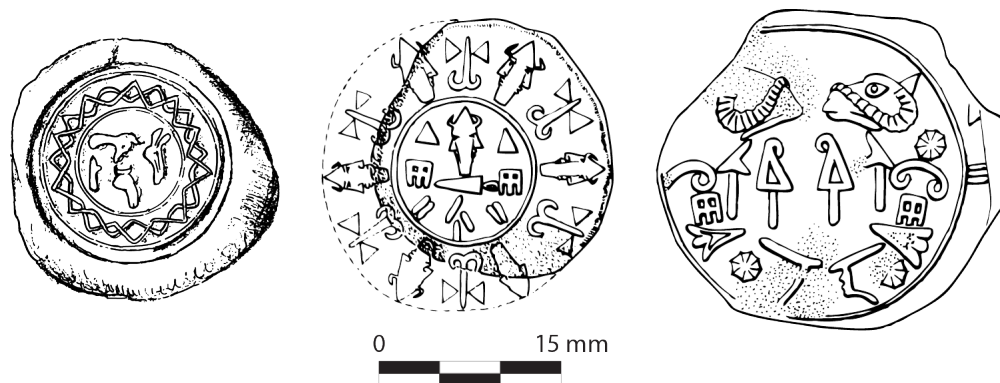


Figure 1: Sceaux D.2, H.153, H.220 datant respectivement des trois périodes définies, 16e–15e, 14e, 13e.

Exploration multidimensionnelle

L'idée de cette étude est de représenter la variabilité des cachets circulaires hittites afin de souligner l'unicité de chaque sceaux mais aussi leurs caractéristiques communes. J'ai opté pour une étude de différentes variables selon une Analyse en Composantes Principales (A.C.P.) et une Analyse Factorielle Discriminante (A.F.D.)⁶. Ces analyses permettent d'étudier des individus décrits par un jeu de variables que l'on résume en « réduisant sa dimensionnalité ». L'objectif de ces méthodes est de mettre en lumière des liens entre les individus, entre les variables et finalement de caractériser les individus par un certains nombre de variables. La variabilité n'est pas un problème à surmonter, mais bien au contraire un caractère à éclairer et à expliquer.

L'étude se fonde sur le corpus de sceaux non royaux et circulaires découverts à Boğazköy. Seul un échantillon du corpus (118 individus) a été sélectionné, intégré dans une base de données et analysé afin d'illustrer le potentiel de ces méthodes. Seuls les cachets circulaires pour obtenir un corpus homogène et analyser leur morphologie. Tous les cachets circulaires ont été réalisés selon le même modèle avec une plage centrale et des bordures circulaires (fig. 1). La plage centrale se compose d'une inscription en louvite hiéroglyphique mentionnant le nom, puis éventuellement le titre du propriétaire accompagné de divers motifs. Les bordures circulaires, simples ou concentriques, peuvent être garnies de hiéroglyphes, de représentations humaines ou bien de motifs décoratifs. Pour cette étude nous avons consigné des variables quantitatives⁷ et qualitatives,⁸ ainsi que les hiéroglyphes⁹ et les symboles¹⁰. Cette première investigation a été limitée aux sceaux dont la conservation permet de renseigner toutes les variables¹¹.

L'un des objectifs de cette recherche est de reprendre le problème chronologique. Au sein du corpus de sceaux de Boğazköy, peu de scellements sont datés avec précision et l'essentiel de la documentation archéologique repose sur l'étude stylistique. La découverte du corpus de Nişantepe a permis d'attribuer quelques sceaux à

⁶Pour une description des méthodes, voir [Escofier et Pagès 2008](#) ; [Lebart et al. 1995](#). Cette étude a été réalisée avec le logiciel R ([R Core Team 2015](#)), les bibliothèques FactoMineR ([Husson et al. 2013](#)) et MASS ([Venables et Ripley 2002](#)) pour les analyses et la librairie ggplot2 pour les graphiques ([Wickham 2009](#)).

⁷Les variables sont les suivantes : Nombre de bordures, Diamètre total, Diamètre de la plage centrale, Nombre de hiéroglyphes différents, Nombre de symboles différents

⁸Les modalités des variables qualitatives sont indiquées entre parenthèses : Disposition des hiéroglyphes de la plage centrale (atypique/ en doublet/ en quinconce/ Titre de part et d'autre du nom), Type de décor des bordures (absence/ ornemental/ animal/ humain), Delimitation de la plage centrale (absence / ligne simple / frise de rectangles), Surface (plate / concave/ étagée), Titre (prince/ absence de titre/ fonctionnaire).

⁹Nous avons suivis la classification traditionnelle, c'est-à-dire la liste de Laroche pour les signes 1 à 497 ([Laroche 1960](#)), augmentée de la liste de Hawkins ([Hawkins 1995](#), 139). Les signes de la liste Laroche sont précédé d'un L, ceux identifiés par Hawkins d'un astérisque.

¹⁰Les motifs ont été classés en frise torsadée, aigle bicéphale, griffon, végétaux, rosette, cupule, L369, L440, L441, L370-BONUS₂.

¹¹Par exemple H.153 (fig. 1) représente la limite de conservation des sceaux étudiés: même s'il est incomplet, il peut être restitué car la bordure circulaire répète les mêmes motifs. Éviter les données manquantes simplifie le traitement statistique des données. Il existe néanmoins différentes méthodes pour prendre en considération les individus aux données manquantes, qui n'ont pas en elle-même un caractère rédhibitoire.

deux périodes : le début de la période hittite impériale (14e siècle) et la fin de la période hittite impériale (13e siècle)¹². Quelle corrélation existe-t-il entre la variable datation et les autres variables ? Herboldt souligne que la taille et la proportion entre la plage centrale et les bordures circulaires évoluent. Le diamètre de la plage centrale devient de plus en plus important et les bordures circulaires s'amenuisent, voire tendent à disparaître¹³. L'évolution de la morphologie des sceaux est un aspect qui est particulièrement adapté à une approche statistique. On pourra alors tester la fiabilité de cette hypothèse¹⁴. Enfin une étude des symboles souligne l'association des symboles entre eux mais aussi leur corrélation avec la chronologie.



Figure 2: Sceaux H.206, H.607, H.676, H.253, H.474.

Constitution du corpus étudié

À titre exemple, 118 cachets circulaires de fonctionnaires découverts à Boğazköy ont été sélectionnés (voir tableau 1). L'essentiel de la documentation provient du complexe de Nişantepe, où les documents ont été découverts dans les vestiges du Westbau¹⁵. Quelques sceaux proviennent du complexe découvert dans les années 1930 à Büyükkale¹⁶, d'autres ont été découverts dans la ville basse et la ville haute¹⁷. Les datations relatives ou absolues de cachets sont rares et les sceaux ont été classés en quatre groupe selon leur datation. Un premier groupe représente les sceaux appartenant à la période de l'Ancien royaume hittite (*ca* 16e –15e siècle), un groupe intermédiaire correspond au début de l'Empire hittite (*ca* 14e siècle), un troisième groupe correspond à la fin de l'Empire hittite (*ca* 13e siècle). Enfin un dernier groupe comprend les sceaux de datation inconnue.

La période du 16e–15e siècle est problématique : il faut admettre que l'on ne dispose que de peu d'éléments

¹²Herboldt 1998; Herboldt et Alkan 2000; Herboldt 2005, 9–18.

¹³Herboldt 2005, 45–46.

¹⁴Schoop a utilisé des critères morphologiques pour dater la céramique hittite de Boğazköy, dont le principe a inspiré cette étude. Cf. Schoop et Seeher 2006.

¹⁵Herboldt 2005, 7–19.

¹⁶Güterbock 1942.

¹⁷Boehmer et Güterbock 1987 ; Dinçol et Dinçol 2008.

pour établir une chronologie¹⁸. Néanmoins, les critères paléographiques et la ressemblance des sceaux avec ceux de la période du Bronze moyen permet de bien isoler ce groupe par rapport aux cachets plus récents dont 30 exemplaires ont été sélectionnés.

À Nişantepe, grâce à la découverte d'un lot de scellements associés avec des empreintes de rois hittites du début de la période hittite impériale (Suppiluliuma Ier – Arnuwanda II – Mursili II), des empreintes ont été datées du début du 14e siècle. Celles-ci, découvertes dans le coin sud-est de la pièce 3¹⁹, proviennent d'un étage qui s'est effondré et certaines intrusions d'empreintes plus récentes ont été constatées. Seuls les sceaux de cet ensemble qui sont attestés par plus d'une empreinte ont été catalogués ; les cachets attestés par une seule empreinte n'ont pas été considérés comme appartenant à ce groupe²⁰. Grâce à la corrélation entre les ensembles de Nişantepe et de Büyükkale découverts dans les années 1930, Herboldt attribue une série de sceaux à la même période²¹. Au total 12 sceaux ont pu être attribués au 14e siècle

En ce qui concerne les sceaux du 13e siècle de Nişantepe, les contextes de découverte sont moins satisfaisants²². Je considère le corpus découvert dans le coin nord-est de la pièce 3 comme datant de la fin du 13e siècle²³. De plus l'étude prosopographique permet d'attribuer des empreintes au 13e siècle grâce à une correspondance avec les personnes cités dans les textes²⁴.

Les princes Ehli-Šarruma, Kuruntiya, Taki-Šarruma et les scribes Mahhuzi, Sahurunuwa, Walwaziti sont à dater de cette période²⁵. Finalement, pour étoffer ce groupe, la présence de multiples impressions sur des scellements a permis de regrouper des fonctionnaires contemporains du prince Kuruntiya²⁶, portant ce groupe à 18 individus.

A.C.P.

```
library(knitr)
library(FactoMineR)
library(ggplot2)
```

```
# Lire les données
```

```
cachets_tsv <- "data/cachets_hittites.tsv"
cachets_deconcat_tsv <- "data/cachets_hittites_deconcat.tsv"
individus_etudies_tsv <- "data/individus_etudies.tsv"
individus_etudies <- read.delim(individus_etudies_tsv, row.names = 1)
cachets <- read.delim(cachets_tsv, row.names = 1)
cachets_deconcat <- read.delim(cachets_deconcat_tsv, row.names = 1)
```

¹⁸ Pour cette période, il n'existe pratiquement aucun sceau qui provienne d'un contexte fermé. Cf. [Boehmer et Güterbock 1987](#), 33–58.

¹⁹ [Herboldt 2005](#), 11–13, 75–77.

²⁰ Ont été considérés comme datant du début de la période impériale, les sceaux de Halparuntiya (H.108), Izzumiziti (H.153, H.154; H.155 est incomplet), Luwa (H.210, H.212; H.211 est incomplet). Avis₂ (H.592). *x-mi-ti* (H.386), Tuwa (H.470) et *su+ra/i(-)tà-mi(-)tà(?)...* (H.567), attestés chacun par une seule impression, ont été considérés de datation incertaine. Cf. [Herboldt 2005](#), 12, tableau 3.

²¹ G.47, G.48, G.53, G.54, G.204, H.207 et B.214. Cf. [Herboldt 2005](#), 75–77.

²² [Herboldt 2005](#), 18.

²³ [Herboldt 2005](#), 13–14 ; [Herboldt et al. 2011](#), 11. J'ai retenu les exemples les mieux conservés: H.140, H.145, H.206, H.496 (=H.494), H.501, H.579, H.619, H.674, H.676.

²⁴ [Herboldt 2005](#), 77–89. Il faut néanmoins noter la différence dans l'accréditation de l'identification entre Herboldt et Hawkins, qui, lui, utilise toujours le conditionnel ([Hawkins 2005](#)). J'ai uniquement sélectionné les personnages proposés par Herboldt et pour lesquels Hawkins exprimait peu de doutes, attribuant une datation incertaine aux personnes suivantes: Aki] (H.2), Alalimi (H.3 à 10), Ari-Šarruma (H.633), Halpaziti (H.112), Huzziya (H.1313), Kassu (H.158), Mizrimuwa (H.243 à 246), Šauškamuwa (H.365 à 372), Tarhuntapiya (H.418 à 420), MAGNUS-TONITRUS (H.625 à 630). Ini-Teššup (H.150 et 151) est roi et n'a donc pas été étudié.

²⁵ Ce qui correspond, pour les sceaux bien conservés, à H.102, H.400, H.220, H.346 et H.347. Mal conservés, les sceaux de Kuruntiya et de Walwaziti n'ont pu être intégrés dans le corpus.

²⁶ H.94, H.229, H.607, H.674, H.676. Cf. [Herboldt 2005](#), 84, tableau 10, groupe 2. À noter que H.674 et H.676 ont été trouvés au nord-est de la pièce 3 (cf. ci-dessus note 23).

```

cachets$Datation <- relevel(cachets$Datation, "14e")
cachets$Datation <- relevel(cachets$Datation, "16-15e")
cachets$Datation <- relevel(cachets$Datation, "Inconnue")

# Analyse en Composantes Principales (ACP)

pca_var <- c("Nmbr.Plage.ext", "Dm.ext", "Dm.int", "Nmbr.hiero",
            "Nmbr.Symb", "Datation", "Orga.hiero",
            "Decor", "Del.centre", "Surface", "Titre")

cachets_pca <- PCA(cachets[, ], pca_var,
                 quali.sup = c(6:11),
                 graph = F)

# Calculer coordonnées des ellipses
concat_data <- cbind.data.frame(cachets[,c("Datation")], cachets_pca$ind$coord)
ellipse_coord <- coord.ellipse(concat_data, bary = TRUE, npoint = 1000)
ellipse_coord$res <- ellipse_coord$res[1001:4000,]
pca_ellipse <- data.frame(ellipse_coord$res)
colnames(pca_ellipse) <- c("datelli", "dim1elli", "dim2elli")

# Coordonnées des individus
pca_gg <- cachets_pca$ind$coord[,c(1:2)]
pca_gg <- data.frame(pca_gg)
df_indi <- cbind(pca_gg, cachets$Datation)
colnames(df_indi) <- c("Dim1", "Dim2", "Date")

# Label de la 1ère dimension
labelx <- round(cachets_pca$eig[1,2], 1)
labelx <- paste("Dimension 1 (", labelx, "%)", sep = "")

# Label de la 2ème dimension
labeledy <- round(cachets_pca$eig[2,2], 1)
labeledy <- paste("Dimension 2 (", labeledy, "%)", sep = "")

# Base de ggplot
bwplot <- ggplot(df_indi, aes(x = Dim1,
                             y = Dim2,
                             label = rownames(df_indi)))

# Plot en gris
bwplot + geom_jitter(data = df_indi,
                    aes(x = Dim1,
                        y = Dim2,
                        label = rownames(df_indi),
                        shape = factor(Date),
                        colour = factor(Date)),
                    size = 2) +
  scale_colour_manual(values = c("#BFBFBF", "#A8A8A8", "#666666", "#000000")) +
  scale_shape_manual(values = c(4, 16, 17, 15)) + geom_text(vjust = 2, size = 3) +
  geom_point(data = pca_ellipse,
            aes(x = dim1elli, y = dim2elli,
                colour = factor(datelli),

```

```

    label = rownames(pca_ellipse)
  ),
  size = 0.1) +

scale_fill_grey() +
theme_bw() +
labs(x = labelx, y = labely, title = "Analyse en Composantes Principales") +
geom_hline(yintercept = 0, linetype = 2) +
geom_vline(xintercept = 0, linetype = 2)

```

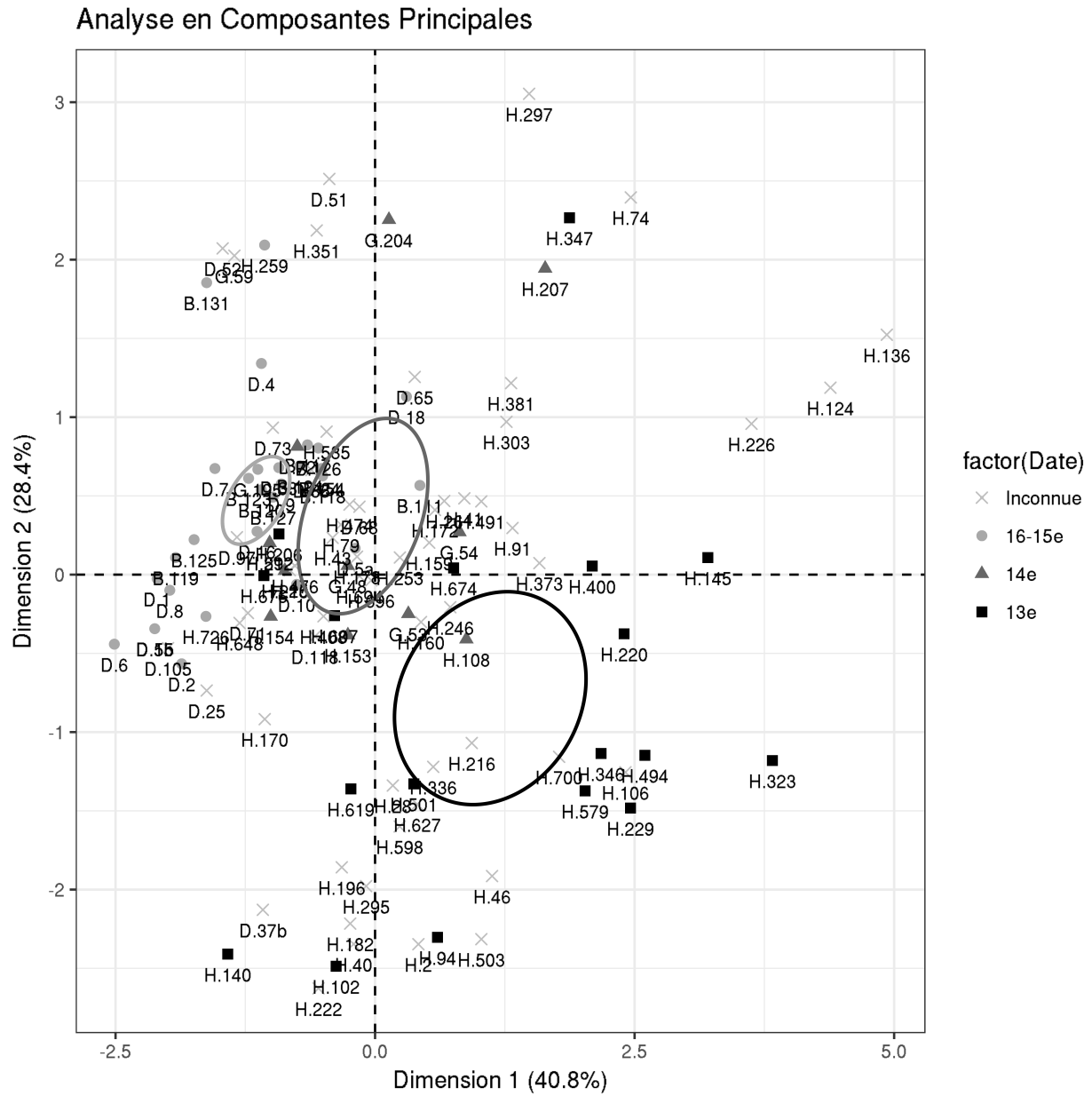


Figure 3: Analyse en Composantes Principales illustrée selon la datation

Sans rentrer dans les détails d'une A.C.P., le représentation du système solaire comme une droite sur laquelle

sont placées les planètes illustre le principe de l'analyse. Les trois dimensions du système solaire sont réduites à un axe qui représente au mieux les distances²⁷ et ce graphique permet d'interpréter les individus (planète). Dans cette étude, les variables quantitatives correspondent aux critères morphologiques et ont été synthétisées avec une A.C.P (fig. 3)

La première dimension est caractérisée par le diamètre de la plage centrale et le nombre de hiéroglyphes différents tandis que la deuxième dimension synthétise le nombre de plages extérieures et de symboles différents²⁸. Autrement exprimé, les sceaux sont ordonnés le long de l'axe principale (en abscisse) selon la taille de la plage centrale et le nombre de hiéroglyphes différents. Si l'on prend l'exemple des deux individus aux coordonnées les plus extrêmes sur cette axe, D.6 a une plage centrale de 9 mm, tandis que H.136 a une plage centrale de 27 mm. De même, alors que D.6 possède 2 hiéroglyphes différents (L.105, L.376), H.136 en a 7 (L.46, L.363, L.390, L.45, L.17, L.102, L.383)²⁹. Si l'on illustre la deuxième dimension (en ordonnée) avec deux valeurs extrêmes, H.222 n'a ni symboles ni plage extérieure³⁰ ni plage extérieure et est opposé à H.207 qui possède deux symboles (L.440, L.370) et une plage extérieure divisée en deux cercles concentriques.

Pour compléter le graphique, on peut projeter des variables qualitatives (dites illustratives) pour étudier la corrélation avec la morphologie. La modalité de la variable *Datation* associée à chaque individu a été représentée par un symbole combiné à une gradation de gris (fig. 3). De plus, pour les trois périodes, une ellipse de confiance (95 %) a été tracée autour du centre de gravité de chaque modalité. Ces trois modalités se différencient sur le plan et s'échelonnent le long du premier axes. On peut en conclure que la morphologie du cachet, surtout la première dimension, est corrélée avec la datation. Ainsi, la taille de la plage centrale *a*, au fil du temps, tendance à être de plus en plus grande, comme l'avait déjà souligné Herboldt³¹. À cette croissance correspond également une augmentation du nombre de hiéroglyphes différents dans la légende.

Une telle observation n'est guère surprenante. L'augmentation graduelle de la taille des sceaux a été récemment souligné dans le cas des sceaux anonymes des Tabarna³² tout comme pour les cachets royaux³³, deux corpus dont les individus peuvent être ordonnés chronologiquement grâce aux données épigraphiques. Il semble nécessaire de souligner que les tailleurs de cachets hittites avaient conscience de la proportion des sceaux, même si les raisons de cette évolution graduelle nous échappent. Trois cachets du roi Suppiluliuma II ont une morphologie similaire à ceux de Suppiluliuma I et se démarquent significativement de l'évolution constatée. Il y a là sans doute une volonté pour ce roi de renouer avec le passé glorifié de son ancêtre éponyme par la reprise d'un ancien canon³⁴.

Ce dernier exemple rappelle de manière éloquent que les seuls critères morphologiques d'un cachet ne permettent pas de proposer une datation. Cette ambivalence se retrouve dans le cas des sceaux de fonctionnaires. On observe sur le graphique (fig. 3) trois cachets (H.206, H.607, H.676) qui datent du 13^e siècle mais qui sont représentés juste à côté du groupe du 16^e–15^e : ils ont une morphologie plus proche de ce groupe que de celle des cachets du 13^e siècle (fig. 2). Ces trois cachets sont du point de vue du style, de l'iconographie et de la facture similaires entre eux : ils possèdent le même type de décor extérieur (le titre du fonctionnaire se répète sur la bordure extérieure)³⁵, un même répertoire iconographique (l'aigle bicéphale) et l'exécution est semblable³⁶. À ce groupe on peut ajouter les sceaux non datés H.253, H.474, qui s'apparentent aux trois exemples précédents par le style, l'iconographie et l'exécution. Au final, on obtient un groupe de sceaux similaires et dont la cohérence interne mais aussi la variabilité vis-à-vis de la majorité des sceaux de cette période transparaît clairement. Si dans le cas du sceau royal de Suppiluliuma II il est possible de suggérer un rattachement à d'anciens canons, il est difficile de comprendre pourquoi ces cinq cachets de fonctionnaires s'écartent de la tendance générale (fig. 2). Néanmoins, il faut y reconnaître une production typée et

²⁷Husson *et al.* 2011, 9.

²⁸Les deux composantes principales représentent 69 % de la variance du tableau de données, 41 % par le premier axe et 28 %.

²⁹L.340 et L.370 ont été considérés comme des symboles puisqu'ils n'ont pas de rôle sémantique dans la légende.

³⁰H.222 n'a pas de symbole mais simplement une légende hiéroglyphique : L.326, L.175, L.23, L.390, L.110, *508, L.376.

³¹Herboldt 2005, 45–46.

³²Rüster et Wilhelm 2012, 41.

³³Herboldt *et al.* 2011, 45.

³⁴Herboldt *et al.* 2011, 45.

³⁵Ces cachets sont d'ailleurs regroupés à ce propos par Herboldt (Herboldt 2005, fig. 32d, 32f et 32i).

³⁶Dans deux cas sur trois, Herboldt souligne la qualité et la précision du travail : H.206 (Herboldt 2005, 149) et H.607 (Herboldt 2005, 220).

restreinte pour ces cinq cachets, dont l'unité pourrait être attribuée à la production d'un atelier, voire à la main d'un artisan.

A.F.D.

Grâce à une A.F.D., on cherche à distinguer des groupes selon les modalités d'une variable qualitative. L'intérêt de cette méthode dans le cas des cachets circulaires est de rechercher si les trois périodes sont discriminantes ; existe-t-il une corrélation entre périodes et caractères exprimés ? Dans le cas de l'A.F.D. les variables sont synthétisées pour obtenir une variance maximale entre les modalités de cette variable, afin de mettre en évidence les dissemblances, tout en rapprochant le plus possible ceux qui appartiennent à un même groupe afin que l'étendue des groupes soit minimale³⁷. L'analyse permet d'établir les trois périodes (modalités à discriminer), de les représenter et de projeter les individus dont on ne connaît pas la datation grâce aux mesures qui ont généré la discrimination. Il est alors possible d'inférer une datation pour ces sceaux en fonction de leur position sur le graphique. Pour cette analyse nous avons pris en considération des données quantitatives et qualitatives³⁸.

```
library(MASS)

# Extraction des coordonnées avec une ACM
SiegSymbMCA <- cachets[ , c("Nmbr.Plage.ext", "Dm.ext",
                          "Dm.int", "Nmbr.hiero", "Nmbr.Symb",
                          "Datation", "Orga.hiero", "Decor",
                          "Del.centre", "Surface", "Titre")]

SiegelSymb.mca <- MCA(SiegSymbMCA,
                    quanti.sup = c(1:5),
                    quali.sup = c(6),
                    graph = FALSE)

# Variable AFD
var.afd <- c("Nmbr.Plage.ext", "Dm.ext", "Dm.int", "Nmbr.hiero",
            "Nmbr.Symb", "Datation")
# Association Coordonnées ACM avec variables pour AFD
SiMix <- cbind(SiegelSymb.mca$ind$coord[,c(1:2)],
              cachets[,var.afd])

var.afd <- c("Dim 1", "Dim 2", var.afd)
# Création de 2 jeux de données: 1) sceaux datés 2) datation inconnue
# 1) sceaux datés
SiDat <- SiMix[SiMix$Datation != "Inconnue", var.afd]

# AFD selon la variable datation
SiDat$Datation <- as.factor(as.character(SiDat$Datation))
ldaSiDat <- lda(Datation ~ ., SiDat)

# 2) datation inconnue
SiUnDat <- SiMix[SiMix$Datation == "Inconnue", var.afd]
```

³⁷Lebart *et al.* 1995, 253.

³⁸L'A.C.P. à mis en évidence qu'une distinction se basant uniquement sur des critères métriques n'est pas adaptée pour aborder le problème de la chronologie. Le codage de l'analyse a eu lieu en deux étapes : tout d'abord en effectuant une Analyse des Correspondances Multiples sur les variables qualitatives dont les coordonnées, assemblées avec les variables quantitatives ont été analysées avec une A.F.D.. Les hiéroglyphes n'ont pas été intégrés dans cette étude.

```

## Faire un nouveau table avec les données de AFD
lda.m <- rbind(
  cbind(predict(ldaSiDat,
                SiUnDat)$x,
         4),
  cbind(predict(ldaSiDat)$x,
         as.factor(predict(ldaSiDat)$class)
        )
)

# Ajouter les autres variables
lda.mixte <- merge(SiegSymbMCA, lda.m, by = "row.names")
rownames(lda.mixte) <- lda.mixte$Row.names

# Data.frame sans datation inconnue pour les ellipses
lda.date <- droplevels.data.frame(lda.mixte[lda.mixte$Datation != "Inconnue",])

# Calculer coordonnées des ellipses
ellipse_coord <- coord.ellipse(lda.date[,c("Datation","LD1", "LD2")] ,
                               bary = TRUE,
                               npoint = 1000)
pca_ellipse <- data.frame(ellipse_coord$res)
colnames(pca_ellipse) <- c("datelli", "dim1elli", "dim2elli")

# Plot
bwplot <- ggplot(lda.mixte,
                 aes(x = LD1,
                    y = LD2,
                    colour = factor(Datation),
                    label = rownames(lda.mixte))
                )

bwplot + geom_jitter(data = lda.mixte,
                    aes(x = LD1, y = LD2,
                       label = rownames(lda.mixte),
                       shape = factor(Datation),
                       colour = factor(Datation)),
                    size = 2) +
  scale_colour_manual(values = c("#BFBFBF", "#A8A8A8", "#666666", "#000000")) +
  scale_shape_manual(values = c(4,16,17,15)) +
  geom_point(data = pca_ellipse,
            aes(x = dim1elli, y = dim2elli,
               colour = factor(datelli),
               label = rownames(pca_ellipse)
            ), size = 0.1) +
  geom_text(vjust = 1.5, size = 2.5) +
  scale_fill_grey() +
  theme_bw() +
  labs(list(x = labelx, y = labely, title = "LD-Mixte")) +
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = 2) +
  geom_vline(xintercept = 0, linetype = 2)

lda.mixte <- lda.mixte[lda.mixte$Surface != "Etagee",]

```

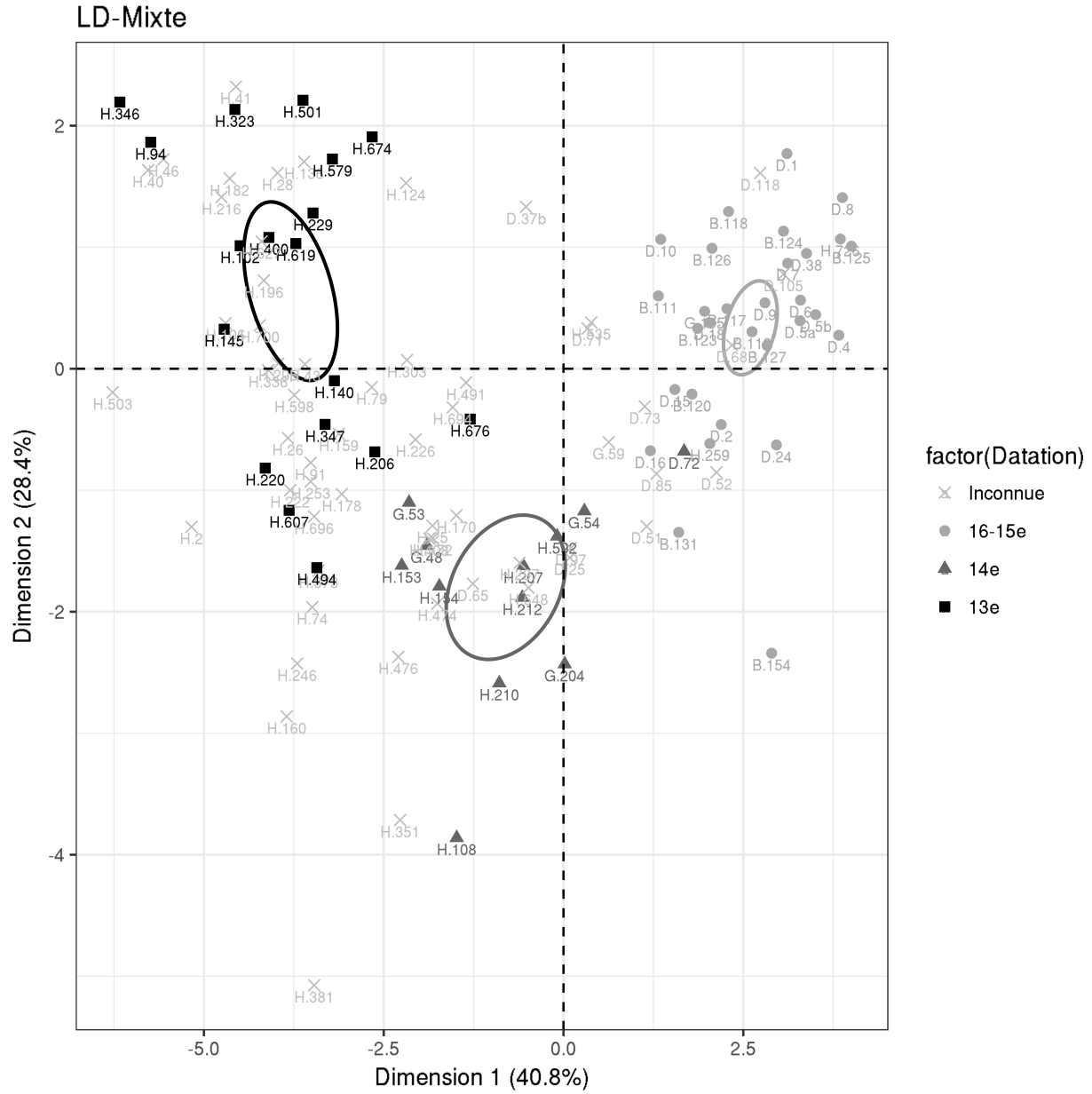


Figure 4: Analyse Factorielle Discriminante illustrée selon la datation.

```

bwplot <- ggplot(lda.mixte,
  aes(x = LD1,
      y = LD2,
      colour = factor(Surface),
      label = rownames(lda.mixte))
)

bwplot + geom_jitter(data = lda.mixte,
  aes(x = LD1, y = LD2,
      label = rownames(lda.mixte),
      shape = factor(Surface),
      colour = factor(Surface),
      fill = factor(Surface)),
  size = 2) +
  scale_colour_manual(values = c("#000000", "#A8A8A8")) +
  scale_shape_manual(values = c(18,25)) +
  stat_ellipse() +
  geom_text(vjust = 1.5, size = 2.5) +
  scale_fill_grey() +
  theme_bw() +
  labs(list(x = labelx, y = labely, title = "LD-Mixte")) +
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = 2) +
  geom_vline(xintercept = 0, linetype = 2)

# Union des variables deconcaténées avec lda
lda_deconcat <- merge(lda.m, cachets_deconcat, by = "row.names")

# Sélection deux symboles: L369 et Griffons
lda_l369_greife <- lda_deconcat[lda_deconcat$L369.VITA == "Présence" |
  lda_deconcat$Greife.o.u.Adler == "Présence" ,]

lda_l369_greife <- droplevels.data.frame(lda_l369_greife)

bwplot <- ggplot(data = lda_l369_greife,
  aes(x = LD1,
      y = LD2,
      label = row.names(lda_l369_greife))
)

lda_l369 <- lda_deconcat[lda_deconcat$L369.VITA == "Présence",]

# Plot
bwplot + geom_point() +
  facet_grid(Greife.o.u.Adler ~ L369.VITA)+
  geom_hline(yintercept = 0, linetype = 2) +
  geom_vline(xintercept = 0, linetype = 2)

```

L'A.F.D. confirme la discrimination des trois groupes (fig. 4): ils sont très bien différenciés sur le plan et la dispersion des individus au sein d'un groupe est amoindrie. Le groupe de cachets datés du 13e siècle qui se trouvaient lors de l'A.C.P. à côté de ceux datés du 15-16e sont désormais classés dans le groupe du 13e siècle. Pour contrôler le résultat, on peut observer que la majorité des sceaux non datés provenant du corpus de Nişantepe (c'est-à-dire, débutant avec la lettre H) sont projetés autour du groupe du 13e siècle. Cela correspond à la principale période d'utilisation de cette archive, que l'on connaît grâce à la répartition des empreintes royales, parmi lesquelles celles de Mursili III, Hattusili III et Tuthaliya IV sont de loin les plus

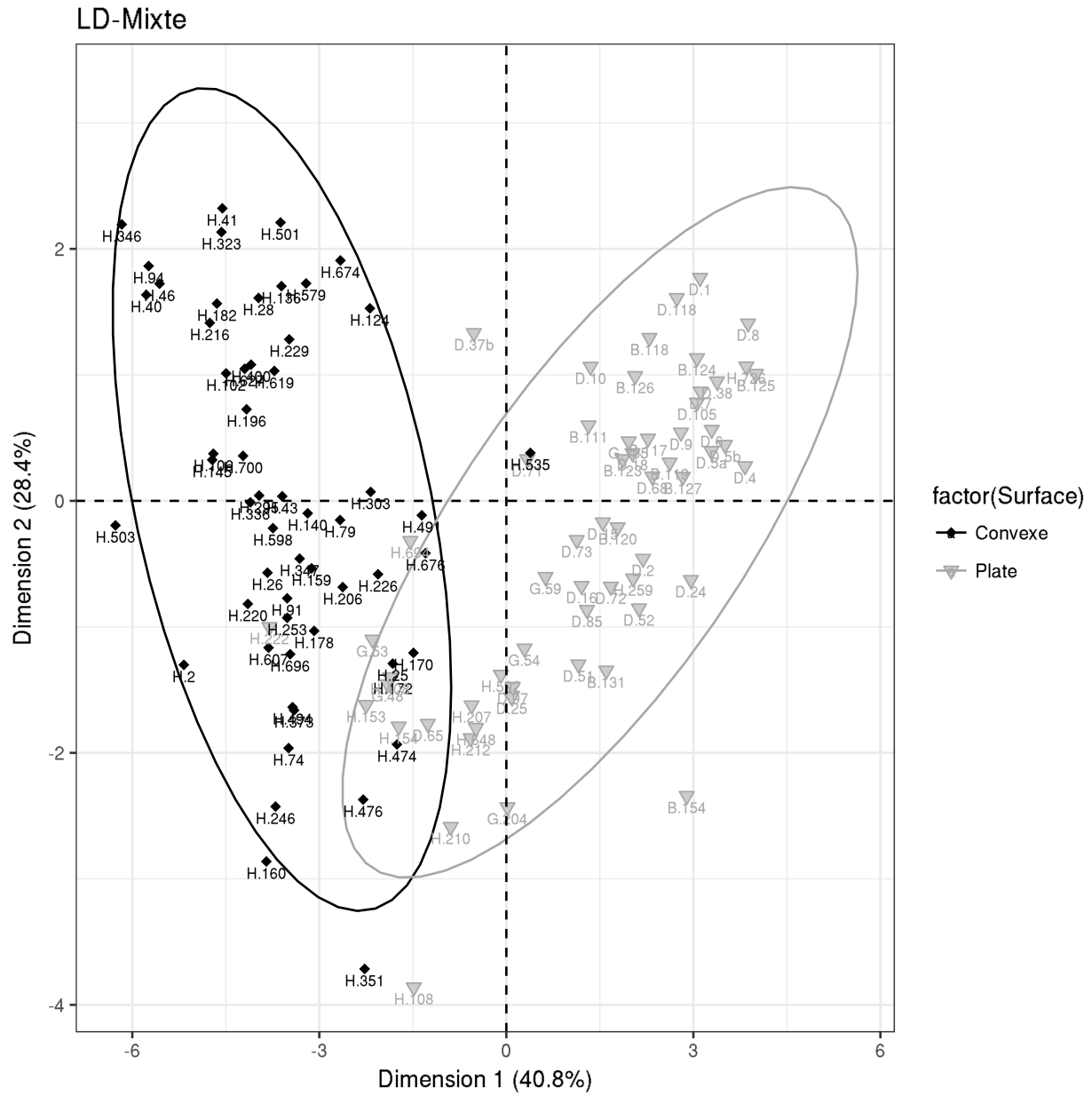


Figure 5: Analyse Factorielle Discriminante illustrée selon le type de surface.

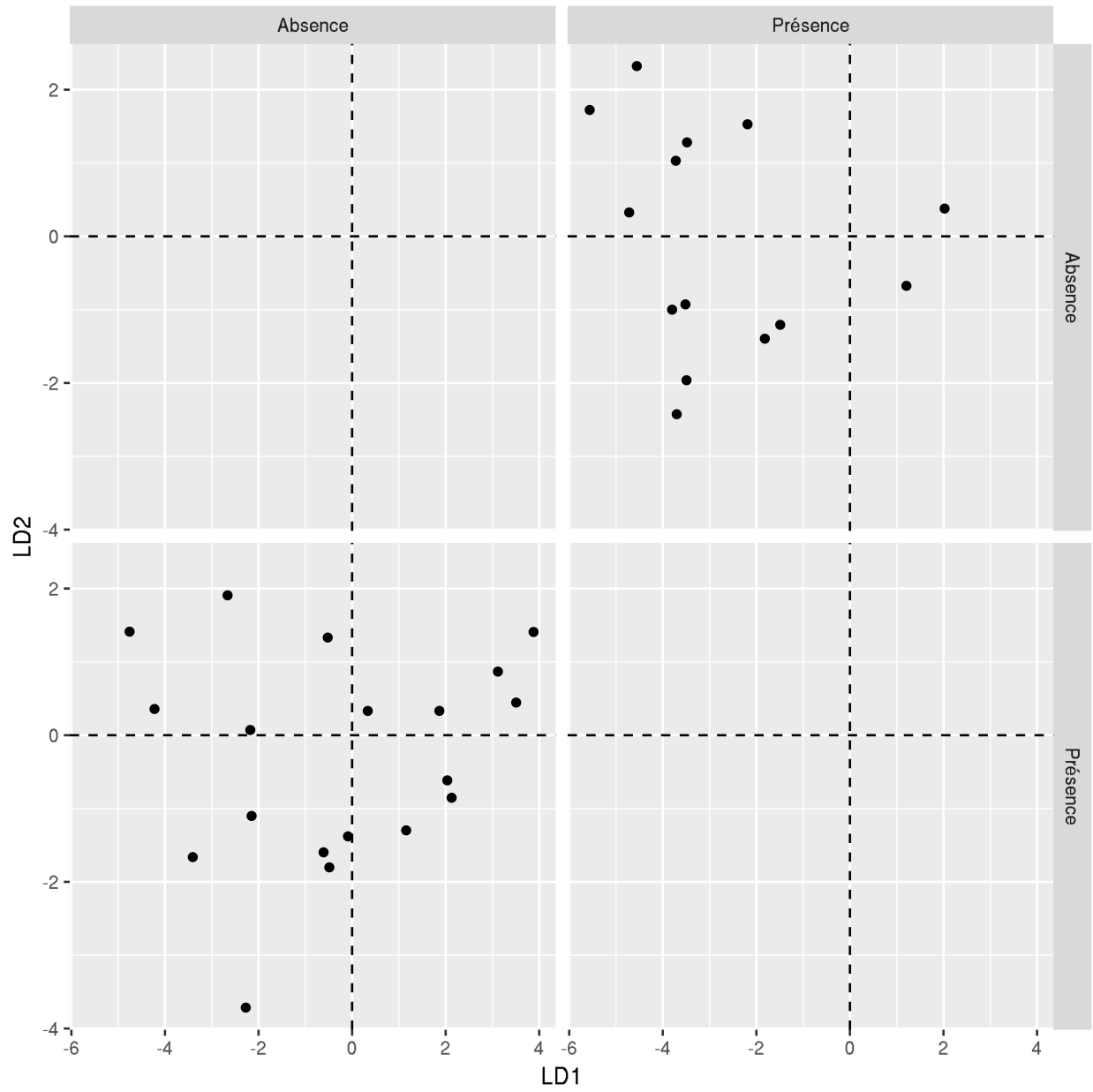


Figure 6: Sélection des individus de l'A.F.D. selon les critères (a) présence du symbole L.369 et (b) présence de griffons et/ou d'aigles bicéphales

fréquentes³⁹.

Outre des variables quantitatives, dont l'importance chronologique a été souligné avec l'A.C.P., quelques variables qualitatives contribuent fortement à la création du graphique. Si l'on détermine les modalités qui ont le plus contribué à la construction des axes, on peut en déduire les modalités qui ont la plus grande influence pour établir une différence chronologique. Parmi celles-ci on retrouve la présence / absence de frises torsadées, la première étant une caractéristique des sceaux du 16e–15e. La forme de la surface (plate / concave) joue un rôle important dans la séparation des groupes. Un diagramme où l'on illustre cette qualité (fig. 5) montre très bien comment sont repartis les deux groupes qui s'opposent de part et d'autre du graphique. Si l'on compare la discrimination des périodes (fig. 4) et la répartition des modalités de la surface – plate ou concave⁴⁰ – on en déduit que le passage progressif des sceaux de la surface plane à la surface concave se situe vers la fin du 14e siècle, comme le propose A. et B. Dinçol⁴¹. Cette datation est par ailleurs confirmée par les sceaux royaux: les plus anciens ont une surface plate, les plus récents sont convexes et la transition se fait progressivement entre les règnes de Tuthaliya II/III, Suppiluliuma, Arnuwanda II et Mursili II⁴².

Un dernier diagramme illustre l'importance des symboles dans l'organisation des groupes. Dans la 6, seuls les cachets possédant la croix ansée hittite de type L.369 et les cachets qui ont un aigle bicéphale ou un griffon sont représentés. Il devient aisé d'observer que le symbole L.369 est corrélé avec les sceaux de la période du 16-15e et 14e siècle : la plupart de ces cachets ont des coordonnées négatives sur le premier axe. C'est l'opposé pour les sceaux où l'on trouve un griffon ou un aigle bicéphale. Ceux-ci apparaissent surtout sur les sceaux à dater du 13e siècle⁴³.

Conclusion

L'analyse de données multidimensionnelles offre des représentations graphiques parlantes, qui permettent de comprendre la variabilité des individus d'un jeu complexe de données. L'A.C.P., qui n'utilise pas la variable *datation* à priori, met en évidence des sceaux qui possèdent des caractéristiques similaires et indique la tendance générale de l'évolution morphologique des cachets. L'A.F.D. est un outil qui permet d'aider à la datation et d'étudier quels sont les paramètres qui discriminent les sceaux selon leur chronologie. Même dans un domaine aussi bien étudié que la sigillographie, une telle approche permet d'apporter un regard nouveau sur les données acquises et leur traitement. Dans cette étude de cas, l'expression de la variance a été expliquée grâce à la variable chronologique. Néanmoins, il ne faudrait pas restreindre ce genre d'analyses à l'étude de la chronologie. D'autres questions, qui nécessiteraient un corpus plus large – ou du moins une sélection ne se focalisant pas sur la chronologie –, pourraient être abordées, comme la variation spatiale ou celle des titulatures.

Tableau des individus étudiés

```
print(xtable::xtable(individus_etudies,
  caption = "Individus étudiés",
  label = "tab-indi",
  align = c("r", "p{14cm}")
),
  comment = FALSE,
  include.rownames = TRUE,
  latex.environments = c("center"),
```

³⁹Herbordt *et al.* 2011, 21–23.

⁴⁰La modalité « étagé », représenté par deux exemplaires pour les sceaux du 14e siècle (Cf. Herbordt 2005, 77) influence de manière minimale la première dimension.

⁴¹Dinçol et Dinçol 2008, 16.

⁴²Herbordt *et al.* 2011, 45.

⁴³L'absence de l'un ou de l'autre symbole n'a pas de signification chronologique.

```
booktabs = TRUE,
floating = TRUE )
```

| Cachets | |
|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ca xvie–xve s. | B.111, B.117, B.118, B.119, B.120, B.123, B.124, B.125, B.126, B.127, B.131, B.154, D.1, D.2, D.4, D.5a, D.5b, D.6, D.7, D.8, D.9, D.10, D.15, D.16, D.18, D.24, D.38, G.195, H.259, H.726 |
| ca xive s. | D.72, G.48, G.53, G.54, G.204, H.108, H.153, H.154, H.207, H.210, H.212, H.592 |
| ca xiiiie s. | H.94, H.102, H.140, H.145, H.206, H.220, H.229, H.323, H.346, H.347, H.400, H.494, H.501, H.579, H.607, H.619, H.674, H.676 |
| inconnue | D.25, D.37b, D.51, D.52, D.65, D.68, D.71, D.73, D.85, D.97, D.105, D.118, G.59, H.2, H.25, H.26, H.28, H.40, H.41, H.43, H.46, H.74, H.79, H.91, H.106, H.124, H.136, H.159, H.160, H.170, H.172, H.178, H.182, H.196, H.216, H.222, H.226, H.246, H.253, H.295, H.297, H.303, H.336, H.351, H.373, H.381, H.408, H.474, H.476, H.491, H.503, H.535, H.598, H.627, H.648, H.694, H.696, H.700 |

Table 1: Individus étudiés

References

- Rainer M. BOEHMER et Hans G. GÜTERBOCK : *Glyptik aus dem Stadtgebiet von Boğazköy*. Boğazköy–Hattuša XIV. Mann, Berlin, 1987.
- Rainer Michael BOEHMER : Kleinasiatische Glyptik. In Winfried ORTHMANN, éditeur : *Der Alte Orient*, numéro 14 in Propyläen-Kunstgeschichte, pages 437–453. Propyläen-Verlag, Berlin, 1975.
- Nilüfer BOYSAN-DIETRICH, Massimiliano MARAZZI, Clelia MORA et Helmut NOWICKI : *Sammlung hieroglyphischer Siegel Band I: Vorarbeiten*. Numéro 7 in Hethitologie Portal Mainz – Materialien. Harrassowitz, Wiesbaden, 2009.
- Ali DINÇOL et Belkis DINÇOL : *Die Prinzen- und Beamtensiegel aus der Oberstadt von Boğazköy–Hattuša vom 16. Jahrhundert bis zum Ende der Großreichszeit*. von Zabern, Mainz am Rhein, 2008.
- Brigitte ESCOFIER et Jérôme PAGÈS : *Analyses factorielles simples et multiples*. Dunod, Paris, 4 édition, 2008.
- Hans Gustav GÜTERBOCK : *Die Königssiegel von 1939 und die übrigen Hieroglyphensiegel*. Archiv für Orientforschung : Beiheft 7. Weidner, Berlin, 1942.
- John David HAWKINS : *The Hieroglyphic Inscription of the Sacred Pool Complex at Hattusa (SÜDBURG)*. Studien zu den Boğazköy-Texten : Beiheft ; 3. Harrassowitz, Wiesbaden, 1995.
- John David HAWKINS : Commentaries on the Readings. In *Prinzen- und Beamtensiegel der hethitischen Großreichszeit auf Tonbullen aus dem Nişantepe-Archiv in Hattuša* [Herbordt 2005](#), pages 248–313.
- Suzanne HERBORDT : Seals and Sealings of Hittite Official from the Nişantepe-Archive, Boğazköy. In Sedat ALP et Aygül SÜEL, éditeurs : *III. Uluslararası Hititoloji Kongresi bildirileri – Acts of the IIIrd International Congress of Hittitology*, pages 309–318. Ankara, 1998.
- Suzanne HERBORDT : *Prinzen- und Beamtensiegel der hethitischen Großreichszeit auf Tonbullen aus dem Nişantepe-Archiv in Hattuša*. Boğazköy–Hattuša 19. von Zabern, Mainz am Rhein, 2005.
- Suzanne HERBORDT et Mehmet ALKAN : Ein scheibenförmiges Hieroglyphensiegel im Sivas Museum. *Archivum Anatolicum*, 4:89–98, 2000.

- Suzanne HERBORDT, Daliah BAWANYPECK et John David HAWKINS : *Die Siegel der Großkönige und Großköniginnen auf Tonbullien aus dem Nişantepe-Archiv in Ḫattuša*. Numéro 23 in Boğazköy–Ḫattuša. von Zabern, Darmstadt ; Mainz, 2011.
- Francois HUSSON, Julie JOSSE, Sebastien LE et Jeremy MAZET : *FactoMineR: Multivariate Exploratory Data Analysis and Data Mining with R*. R package version 1.25, 2013.
- François HUSSON, Sébastien LÊ et Jérôme PAGÈS : *Exploratory multivariate analysis by example using R*. Computer science and data analysis series. CRC Press, Boca Raton, Fl., 2011.
- Emmanuel LAROCHE : *Les hiéroglyphes hittites. Première partie, L'écriture*. Éditions du Centre national de la recherche scientifique, Paris, 1960.
- Ludovic LEBART, Marie PIRON et Alain MORINEAU : *Statistique exploratoire multidimensionnelle. Visualisation et inférence en fouille de données*. Dunod, Paris, 1995.
- R CORE TEAM : *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2015. URL <https://www.R-project.org>.
- Christel RÜSTER et Gernot WILHELM : *Landschenkungsurkunden hethitischer Könige*. Studien zu den Boğazköy-Texten: Beiheft 4. Harrassowitz, 2012. ISBN 9783447067966.
- Ulf-Dietrich SCHOOP et Jürgen SEEHER : Absolute Chronologie in Boğazköy–Ḫattuša : Das Potential der Radiokarbonaten. In Dirk Paul MIELKE, Ulf-Dietrich SCHOOP et Jürgen SEEHER, éditeurs : *Strukturierung und Datierung in der hethitischen Archäologie*, pages 53–75, Istanbul, 2006.
- W. N. VENABLES et Brian D. RIPLEY : *Modern Applied Statistics with S*. Springer, New York, 4 édition, 2002. URL <http://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4>. ISBN 0-387-95457-0.
- Hadley WICKHAM : *Ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer New York, New York, 2009. URL <http://had.co.nz/ggplot2/book>.