Étude du syllabaire proto-élamite

Matthieu Kervran

Conventions :

- tous les signes proto-élamites sont présentés pivotés de 90° dans le sens antihoraire, comme dans les autres études sur cette écriture. Les signes élamites linéaires aussi, pour faciliter la comparaison.
- Les images des signes en élamite linéaire sont tirées de A', transcrit dans [Mäder et al. 2017], qui est a priori le texte le plus ancien dans cette écriture. A défaut, elle sont tirées de [Desset 2018:110], avec leur numéro de référence.
- Les tablettes proto-élamites sont désignées par leur numéro CDLI.
- La référence prise pour les signes proto-élamites est celle de [Dahl 2006].

Observations préliminaires

Le syllabaire proto-élamite est le sous-ensemble des signes proto-élamites dont il est postulé qu'ils servent à noter des anthroponymes ([Dahl 2019:44-47]). Dans [Born et al. 2019:125], ce syllabaire est étudié via des techniques de linguistique informatique et un groupe de cinq signes ayant les mêmes propriétés graphotactiques est identifié : M057, M066, M096, M218 et M371. Ce groupe est stable, car il est identifié par trois méthodes différentes de clustering dans l'étude citée. On remarque immédiatement que ce groupe est identique aux voyelles identifiées pour l'élamite linéaire dans [Kervran 2019].

Proto-élamite	M057 M057~a	M066	M096	M218	M371
Élamite linéaire	ù	i	e	a	ú

Figure 1 : comparaison du groupe de cinq signes avec les cinq voyelles en élamite linéaire.

On peut donc en déduire que ce sont des voyelles de même valeur qu'en élamite linéaire, et qu'il y a probablement une continuité du proto-élamite à l'élamite linéaire.

Dans [Desset 2012:57-62] sont reproduits toutes les séquences anthroponymiques proto-élamites complètes connues en 2012. On voit que ces séquences se terminent presque toujours par un des cinq signes-voyelles (ce qui est peut-être la caractéristique qui les fait regrouper ensemble par les méthodes de clustering). En plus de leur valeur phonétique quand ils sont employés à l'initiale d'une séquence, les signes-voyelles peuvent donc indiquer des voyelles longues, signaler la fin d'un anthroponyme, faire office de compléments phonétiques, ou une combinaison de ces usages.

On remarque aussi que les signes « syllabiques » qui précèdent les signes-voyelles finaux ne sont pas distribués aléatoirement : en général, ils sont toujours suivis par la même voyelle. De plus, les quelques signes « syllabiques » qui ressemblent à des signes élamites linéaires sont suivis d'une voyelle qui est compatible avec leur valeur trouvée en élamite linéaire (Figures 2 et 3).

Signe PE		Nombre d'occurrences devant :					Signe EL ressemblant (référence en italique = ressemblance moins parfaite)		Valeur du signe EL
		M057	M066	M096	M218	M371

		(ù)	(i)	(e)	(a)	(ú)			
M347						20	240		pu (pù/pú)
M347 +1N14						1			
M009						14	182		zu (sù/sú)
M318						11			
M004					20		170		la
M259					15	5			
M145~a						12			
M226~c						3			
M263					9		58		ha
M262			2	5	1				
M219			1		10		6		ta
M377			1		9				
M387					7		169		na
M242~b				17					
M048~k				4					
M048~c				1					
M240		2		15		1			
M260				3					
M128~d				2					
M128				1			165		li (li/le)
M461			4						
M386~a			2						
M101			6						
M109			5				285		?
M058		2					203		su (sù/sú) /šu (šù/šú)

Figure 2 : occurrences des signes du syllabaire proto-élamite devant les signes-voyelles dans [Desset 2012:57-62] (uniquement les signes à plusieurs occurrences).

Signe PE		Nombre d'occurrences devant :					Signe EL ressemblant (numéro en italique = ressemblance moins parfaite)		Valeur(s) possible(s) du signe EL
		M057	M066	M096	M218	M371			
		(ù)	(i)	(e)	(a)	(ú)			
M285						1			
M003~b						1			
M223~b					1		13		ra
M386					1				
M288					1		290		?
M147					1				
M296+ M296		1		1			81		?
M007~a				1					
M033			1						
M217+ M124			1						
M352~n			1				A'		ki / ke
M153+ M106~a			1						
M320			1						
M419			1				228		pi / pe / fi / fe
M315			1						
M254~a			1						
M035			1						
M297			1				76		ri / re

Figure 3 : occurrences des signes du syllabaire proto-élamite devant les signes-voyelles dans [Desset 2012:57-62] (uniquement les signes à une seule occurrence).

On peut donc faire l'hypothèse que ces signes ont la même valeur en proto-élamite et en élamite linéaire, qui seraient donc le même système d'écriture dans deux phases de son évolution (et dans deux utilisations totalement différentes : comptabilité et inscriptions royales).

Démarche de test

On peut tenter d'éprouver l'hypothèse faite au paragraphe précédent en étendant la recherche à l'ensemble du corpus du CDLI (Cuneiform Digital Library Initiative, <https://cdli.ucla.edu>), qui est un peu plus à jour qu'en 2012. Cela permettra aussi de prendre en compte les séquences non complètes. Par contre, on court le risque de prendre en compte des séquences non anthroponymiques, qui nécessiteront un traitement manuel pour être exclues.

Étapes de traitement :

1. Téléchargement des translittérations des 1636 textes de la période « proto-élamite » sur CDLI.
2. Via l'outil du site <https://regex101.com>, extraction de toutes les séquences de deux signes dont le deuxième est un des 5 signes-voyelles, ou une variante.
Expression régulière utilisée :

$$\backslash S + [^ \backslash .] \backslash s + (? : M057 | M066 | M096 | M218 | M371) \backslash S *$$
complétée, pour les suites de deux voyelles comme M146 M066 M096, par :

$$(? : M057 | M066 | M096 | M218 | M371) [a - z 0 - 9 \sim \# \backslash ?] * \backslash s + (? : M057 | M066 | M096 | M218 | M371) \backslash S *$$
3. Une correction est apportée : dans P008817, corriger M222 M371 en M226~c M371 (cf [Desset 2012:61]).
4. Suppression manuelle des résultats commençant par des caractères illisibles : « [...] » et « [x] ».
5. Les caractères '?' (202 occurrences) '!' (3 occurrences) et '#' (447 occurrences) indiquant respectivement une lecture douteuse, une correction et une cassure, sont ignorés dans les étapes qui suivent.
6. On supprime aussi les lignes dont le premier signe est unique dans les données.
7. Traitement des variantes des signes-voyelles :
 - les variantes de M057, M066, M096, M218 sont considérées en première analyse comme identiques au signe de base, car elles apparaissent en général dans le même contexte ;
 - les variantes de M371 apparaissent dans des contextes différents (souvent en tant que signe-objet) et sont donc exclues de l'étude.
8. Traitement des variantes des autres signes :
 - Les variantes sont regroupées en se basant sur la similarité de leur corrélation avec les signes-voyelles et sur leur similarité graphique. Cette estimation est faite manuellement.
 - De plus :
 - Toutes les variantes de M281 sont regroupées avec M282 à cause de la ressemblance graphique et de la corrélation totale avec M096.
 - M320~n pourrait aussi être regroupé avec M318 et ses variantes (ressemblance et corrélation avec M371).
 - Les variantes regroupées sont notées, dans l'ordre décroissant de leur fréquence, en les séparant par un '/' : dans M048~d/k/c/i/e/, la variante la plus fréquente dans les données est M048~d, la moins fréquente est M048 (un '/' non suivi d'une lettre indique le signe considéré comme basique dans [Dahl 2006]).

	M057/~a/b/d/e	M066/~a/h	M096/~d/c	M218/~b	M371	Total
M106+M288		8		3		11
M131+M388				2		2
M217+M124		2				2
M218/~d+M288/~f		7		3		10
M218+M101					5	5
M218+M320				1	2	3
M228/~b+M320					3	3
M296+M296	7	5	2		1	15
M347+1(N14)					2	2
M347+M038~a	2					2
M001		1		1		2
M003~b					2	2
M004	1	2		47		50
M007~a			2			2
M009	2		1		31	34
M024/~a					10	10
M029~b	3		1			4
M032		4	6	3	4	17
M033/~a		1			8	9
M035		5				5
M038~i/e	1		2			3
M048~d/k/c/i/e/	1		15	3	1	20
M049~e	1	1				2
M054/~i					2	2
M057/~a/b/d/e	1	3		7		11
M058/~b	7					7
M066/~a/h	1	8	4	2	1	16
M073~b/a		1			4	5
M075~r		3				3
M080~a		3				3
M096/~d/c	1	2	1	2		6
M097~h/f		1		13		14
M099			1	2	8	11
M101/~d		9	1			10
M102~k/d/l			5	1	2	8
M103	1	1		1	1	4
M109		6	3	1		10
M110/~b/a		1			6	7
M111~a/i/n		2		1		3
M124	5	4	1	20	5	35
M128/~d/da/db/dd/de			15		1	16
M131				7		7
M143		2				2
M145		3		1	1	5
M145~a		1			6	7
M146		4		1	7	12
M147/~e	1			1		2
M151~e/f	1		1			2
M153	2		2	1	1	6
M175		1		3		4
M203~c	1	1				2
M207	2					2
M214~a/c				2		2
M218/~b	3	5	1	2	3	14

M219	1	2	1	16	1	21
M220			1	2		3
M221			2			2
M222				4		4
M223/~b/a		2	1	10		13
M224				2		2
M226~c				1	3	4
M230/~a			7	1	1	9
M240/~e	4		21		1	26
M240~a/b	4					4
M242~b/ab/d//f		1	24	1		26
M246~b/f/g/h/		3		3		6
M250~ba/bc/n		1		7		8
M251~c/e/i/		4		2	1	7
M254~a/c		1	3		3	7
M259		1		23	4	28
M260~1			2	1		3
M262/~a		1	13	4		18
M263/~a		2	3	24	2	31
M281~f/c//a/d/h/M282			14			14
M291					2	2
M295/~ka/a/c/e/h//w/y		3	1	13	1	18
M296	2					2
M297	1	7		4		12
M301/~a/aa	7	3		2		12
M304			2			2
M305/~f	2	4		3		9
M308~e			1		1	2
M314/~f	1	2	3	2		8
M318~a//c		1			19	20
M319				3		3
M320		2	2	1		5
M320~n					2	2
M332~d	1	1		5		7
M332~g	2					2
M338~b/a/m		9			2	11
M347	3	1	2	1	31	38
M352~o/n	1	3	9	7	1	21
M352~s					1	1
M361~a/b			2			2
M365/~g				2		2
M370				4		4
M371		1		4	1	6
M377	2	1		1		4
M377~e/g				13		13
M380/~b					18	18
M386~a/		8		3		11
M387/~a	2	2		25	1	30
M387~c/ee	3	2		2	1	8
M387~ef	3	7				10
M388	18	27	3	35	3	86
M390		1		13	1	15
M461~b/qa/q/	1	5			1	7
Total	102	205	181	375	219	1082

Figure 4 : tableau des occurrences des séquences de 2 signes terminées par une voyelle.

Les résultats sont donnés dans la figure 4 : la première colonne reprend les signes positionnés en début de séquence, les autres colonnes sont les cinq voyelles qui sont donc en seconde position dans les séquences. La dernière colonne présente le total par ligne. On voit que certains signes restent associés à une seule voyelle, mais dans beaucoup de cas ce n'est pas si évident, même si en général chaque signe est plus associé à une voyelle donnée qu'aux autres.

Pour rendre ces chiffres plus parlants, on calcule un score pour chaque séquence de deux signes de la façon suivante :

1. on corrige le nombre brut d'occurrences en le divisant par son abondance relative totale. Ceci permet de corriger le fait que par exemple, M057/~a/b/d/e est 3,6 fois moins fréquent que M218/~b dans nos données. Un effectif brut de **10** devant M218/~b sera donc corrigé en $10 \cdot 1040 / 360 \approx \mathbf{28,89}$. Devant M057/~a/b/d/e, un effectif brut **10** devient $10 \cdot 1040 / 99 \approx \mathbf{105,05}$.
2. pour chaque signe initial, le score est le pourcentage d'apparition devant chacune des 5 voyelles, corrigé selon la procédure décrite dans l'étape 1.

Ceci rend les scores des séquences de deux signes comparables, que l'on fasse varier le premier signe de la séquence ou le second.

Pour chaque signe, la somme des scores devant les 5 voyelles est 100. Le score maximum parmi les 5 voyelles indique la voyelle la plus souvent associée à ce signe (avec la correction de l'abondance relative des voyelles). Ceci permet de comparer les premiers signes par score maximum.

La figure 5 montre les scores de tous les signes apparaissant 4 fois ou plus dans les données, ordonnés par score maximum décroissant. On a gardé le nombre total (brut) d'occurrences de chaque signe, et on a ajouté à droite le type (syllabique, signe-objet, signe-propriétaire, type multiple) de chaque signe tel que mentionné dans [Dahl 2019], [Dahl, Hawkins & Kelley 2018] et [Dahl 2005]. En effet, comme on est parti du corpus CDLI entier et pas seulement des séquences anthroponymiques, on s'attend à ce que des signes non syllabiques soient présents. Comme ces signes sont non syllabiques, ils peuvent servir de signes de contrôle : s'ils manifestent des scores d'association nettement plus faibles que les signes syllabiques, cela confirme que les scores d'association de ces derniers sont réellement significatifs et qu'ils ont bien une valeur phonétique associée à une voyelle particulière.

Dans la figure 5, le vert indique un score maximum supérieur à 80, le jaune un score entre 60 et 80, et le rouge un score inférieur à 60. La grande majorité des données sont constituées de signes syllabiques. On retrouve dans les scores les plus élevés, donc avec le plus grand degré d'association avec une voyelle donnée, uniquement des signes syllabiques. Les voyelles et les signes connus comme étant des signes-objets ou signes-propriétaires sans valeur syllabique (M305, M388, M124) se retrouvent bien dans les scores les plus bas, ce qui signifie qu'ils sont suivis par des voyelles initiales de noms, donc non associés à une voyelle en particulier¹.

Certaines exceptions apparentes, signes-objets fortement associés à une voyelle ou signes syllabiques faiblement associés à une voyelle, vont maintenant être étudiées.

¹ On peut remarquer qu'après ces 3 signes, M057 (*û*), M066 (*i*) et M218 (*a*) sont surreprésentées. Cela pourrait s'interpréter comme une surreprésentation des voyelles cardinales à l'initiale des noms, et appuierait la possibilité que *û* = /u/, et conséquemment que *û* = /o/.

	M057/~a/b/d/e	M066/~a/h	M096/~d/c	M218/~b	M371	Nombre	Type
M380/~b	0	0	0	0	100	18	Syll.
M281~f/c//a/d/h/M282	0	0	100	0	0	14	
M377~e/g	0	0	0	100	0	13	Syll.
M024/~a	0	0	0	0	100	10	Syll.
M058/~b	100	0	0	0	0	7	
M131	0	0	0	100	0	7	
[M218+M101]	0	0	0	0	100	5	
M035	0	100	0	0	0	5	Syll.
M222	0	0	0	100	0	4	Syll.
M240~a/b	100	0	0	0	0	4	
M370	0	0	0	100	0	4	Objet ?
M128/~d/da/db/dd/de	0	0	94,8	0	5,2	16	
M318~a/c	0	5,3	0	0	94,7	20	Syll.
M242~b/ab/d//f	0	3,5	94,6	1,9	0	26	Syll.
M101/~d	0	88,8	11,2	0	0	10	Syll.
M033/~a	0	11,8	0	0	88,2	9	Syll.
M097~h/f	0	12,3	0	87,7	0	14	Syll.
M004	6,8	6,7	0	86,5	0	50	Syll.
M009	11,8	0	3,3	0	84,9	34	Syll.
M110/~b/a	0	15,1	0	0	84,9	7	Syll.
M145~a	0	15,1	0	0	84,9	7	
M230/~a	0	0	84,2	5,8	9,9	9	Syll.
M029~b	84,2	0	15,8	0	0	4	Syll.
M226~c	0	0	0	16,3	83,7	4	
[M106+M288]	0	83	0	17	0	11	Syll.
M386~a/	0	83	0	17	0	11	Syll.
M338~b/a/m	0	82,8	0	0	17,2	11	Syll.
M262/~a	0	5,6	82,2	12,2	0	18	Syll.
[M218/~d+M288/~f]	0	81	0	19	0	10	Syll.
M250~ba/bc/n	0	20,7	0	79,3	0	8	
M073~b/a	0	21,1	0	0	78,9	5	
M048~d/k/c/i/e/	9,3	0	78,7	7,6	4,3	20	Syll.
M390	0	11,1	0	78,6	10,4	15	Syll.
M301/~a/aa	77,5	16,5	0	6	0	12	Syll.
M099	0	0	11,7	11,3	77,1	11	Syll.
M347	15,5	2,6	5,8	1,4	74,7	38	Syll.
M259	0	5,8	0	72,6	21,6	28	Syll.
M240/~e	24,5	0	72,6	0	2,9	26	Syll.
M377	72,2	18	0	9,8	0	4	
M102~k/d/l	0	0	70,1	6,8	23,2	8	Syll.
M145	0	66,9	0	12,2	20,9	5	
M387/~a	19,5	9,7	0	66,3	4,5	30	Syll. & Propr.
M251~c/e/i/	0	66,3	0	18,1	15,5	7	
M246~b/f/g/h/	0	64,7	0	35,3	0	6	
M263/~a	0	9,8	16,7	64,3	9,2	31	Syll. & Objet
M223/~b/a	0	23,3	13,2	63,6	0	13	Syll.
[M296+M296]	63,2	22,5	10,2	0	4,2	15	Syll.
M461~b/qa/q/	25,3	62,9	0	0	11,8	7	Syll.
M297	18	62,5	0	19,5	0	12	Objet
M175	0	37,9	0	62,1	0	4	Propr.
M109	0	60,3	34,2	5,5	0	10	Syll.
M387~c/ee	59,9	19,9	0	10,9	9,3	8	Syll. & Propr.
M219	13,6	13,5	7,6	59	6,3	21	Syll.
M146	0	36	0	4,9	59	12	
M295/~ka/a/c/e/h/l/w/y	0	24,6	9,3	58,4	7,7	18	
M387~ef	46,3	53,7	0	0	0	10	Syll. & Propr.
M371	0	24,3	0	53	22,7	6	Syll.
M153	51,7	0	29,2	7	12,1	6	
M352~o/n	10,1	15	51,1	19,2	4,7	21	Syll.
M066/~a/h	12,1	48,3	27,3	6,6	5,6	16	Syll.
M332~d	35	17,4	0	47,6	0	7	
M254~a/c	0	13,9	47,2	0	39	7	Syll.
M320	0	41,6	47,1	11,4	0	5	
M103	44,7	22,3	0	12,2	20,8	4	
M057/~a/b/d/e	22,7	34	0	43,3	0	11	Syll.
M032	0	24,7	42	10,1	23,1	17	Syll.
M305/~f	41,6	41,4	0	17	0	9	Propr.
M388	40,9	30,5	3,8	21,6	3,2	86	Objet
M314/~f	23,6	23,5	40	12,9	0	8	
M218/~b	37,5	31,1	7,1	6,8	17,5	14	Syll.
M124	32,6	13	3,7	35,5	15,2	35	Objet
M096/~d/c	32,2	32,1	18,2	17,5	0	6	Syll.

Figure 5 : scores des signes présents 4 fois ou plus dans les données.

M370 est considéré comme un signe-objet surtout dans sa variante M370~b qui sert aussi dans des signes composés désignant des jeunes. Dans nos données, il est présent dans la même séquence sur 4 tablettes (P009412, P008098, P008398, P008906) : M066 M352~n/o M370 M218. Dans P008398 et P008906, le M066 initial est cassé (dans P008906, le M352~n/o# n'est pas lu dans le CDLI mais est partiellement visible sur la photographie de la tablette). M066 M352~n/o est un « préfixe » présent dans plusieurs noms. Dans ce contexte, M370 doit être considéré comme un signe syllabique (ou en tout cas phonétique). Étant présent en fin de compte dans un seul nom distinct, son association avec M218 est possible mais fragile.

Figure 6 : trace de M352~n/o# sur P008906

M297 est considéré comme un signe-objet. Cependant dans les 12 occurrences où il précède un signe-voyelle V, il doit bien être considéré comme un signe syllabique (ou phonétique au sens large). En effet soit il est inclus dans une chaîne de signes syllabiques, soit la séquence M297 V est suivie d'un signe-objet ou numérique. M297 doit donc être considéré comme un signe syllabique en plus d'un signe-objet.

P008164			7.	M099#?	M297#	M057~a2	1(N01)		
P008433			2'.	[...]	M297	M066	M348	3(N01)	
P008433		5'.	M048~k	M080~c	M297	M066	M348#	[...]	
P008444			7'.	M058	M297	M066	1(N01)		
P008541		4'.	M386~a	M295~s	M297	M066	1(N01)		
P008612			10.	M217?	M297	M066	M288+1(N01)	1(N01)	
P008742	2.	M001	M388	M049~c	M297	M066	1(N01)		
P009015			6'.	x	M297	M066	M288#	2(N14)	
P008164		6.	x	M047#	M297#?	M218	1(N01)		
P008216			2.	M328~c	M388	M297	M218	M056~f#	M288
P008557					4.	M297	M218	M329#	[...]
P008105			40'.	x	M005~a	M297#?	M218#?	x	M097~h#?

Figure 7 : les 12 occurrences de M297 suivi d'une voyelle

M314 est sans doute un signe syllabique car il est présent au milieu de séquences de signes syllabiques, mais sa voyelle associée n'est pas claire (son score maximal est de 40 avec M096/~d/c).

Nous allons maintenant présenter les résultats voyelle par voyelle, triés par score décroissant, en retirant les signes-objets connus qui ont des scores bas. Les tableaux sont suivis de commentaires, en particulier sur les rapprochements probables entre certains signes.

Signe PE (code)	Voyelle PE associée	Score d'association	Nombre d'occurrences	Signe PE (image)	Signe EL ressemblant (pivoté à 90°)		Valeur(s) possible(s) du signe EL ²
M058/~b	M057/~a/b/d/e (ù)	100	7		203		sù / sú / šù / šú
M240~a/b		100	4
M347+ M038~a		100	2
M207		100	2
M296		100	2
M332~g		100	2
M029~b		84,2	4		84		kù [?] /kú [?]
M147/~e		78,6	2
M301/~a/aa		77,5	12		78		tù [?] /tú [?]
M377		72,2	4
M049~e		66,8	2
M203~c		66,8	2
M151~e/f		64	2
M296+ M296		63,2	15		81		?
M387~c/ee		59,9	8

Figure 8 : signes associés à M057/~a/b/d/e (ù)

2 Le déchiffrement de l'élamite linéaire seul, basé sur la comparaison avec l'élamite cunéiforme, ne permet pas de distinguer entre Cù et Cú, et pas toujours entre Ci et Ce.

Commentaires sur la figure 8 :

M203~c est un signe-objet dans au moins une de ses deux occurrences devant voyelle (dans P008477 ; l'autre occurrence dans P008689 est plus ambiguë), de même que dans ses 34 autres occurrences du corpus CDLI. Il peut être considéré comme signe-objet.

M147/~e doit être considéré comme un signe-objet sans valeur syllabique, car il est placé en première position de chaque entrée dans notre corpus, dans des textes où les autres entrées présentent aussi des signes-objets.

Signe PE (code)	Voyelle PE associée	Score d'association	Nombre d'occurrences	Signe PE (image)	Signe EL ressemblant		Valeur(s) possible(s) du signe LE
M035	 (i)	100	5				
M075~r		100	3				
M080~a		100	3				
[M217+M124]		100	2				
M143		100	2				
M101/~d		88,8	10				
[M218/~d+M288/~f]		81	10				
[M106+M288]		83	11				
M386~a/		83	11				
M338~b/a/m (=M419)		82,8	11		228		pi / pe / fi / fe
M111~a/i/n		78,5	3				
M145		66,9	5				
M251~c/e/i/		66,3	7				
M246~b/f/g/h/		64,7	6				
M001		64,7	2				
M297		62,5	12		76		ri / re
M461~b/qa/q/ (=M336)		62,9	7				
M109		60,3	10		285		?
M387~ef		53,7	10				

Figure 9 : signes associés à M066/~a/h (i)

Commentaires sur la figure 9 :

Dans P009376, on devrait lire ‘7. M009 M217~j’ au lieu de ‘7. M001#? M066#? M217~j’. **M001** — n’a donc qu’une seule occurrence dans notre corpus et devrait être ignoré ou considéré comme signe-objet.

M111~a/i/n et **|M217+M124|** doivent être considérés comme des signes-objets sans valeur syllabique, car ils sont placés en première position de chaque entrée dans notre corpus, dans des textes où les autres entrées présentent aussi des signes-objets.

Il est tentant de rapprocher **M143** et **M101/~d** à cause de leur ressemblance graphique, mais ils n’apparaissent dans aucun contexte commun.

De même pour **M246~b/f/g/h/** et **M251~c/e/i/** .

Le rapprochement entre **|M218/~d+M288/~f|** et **|M106+M288|** semble plus fondé, car ils apparaissent entre M004 et M066 (1 occurrence chacun) et à l’initiale devant M218 (respectivement 2 et 1 occurrence). Cependant la majorité de leurs occurrences ne sont pas dans le même contexte.

Signe PE (code)	Voyelle PE associée	Score d'association	Nombre d'occurrences	Signe PE (image)	Signe EL ressemblant		Valeur(s) possible(s) du signe LE
M281~f/c// a/d/h/M282	M096/~d/c (e)	100	14
M007~a		100	2
M221		100	2
M304		100	2
M361~a/b		100	2
M128/~d/ da/db/dd/de		94,8	16		A'		li / le
M242~b/ ab/d/f		94,6	26
M230/~a		84,2	9
M262/~a		82,2	18
M260~1		80,6	3
M048~d/ k/c/i/e/		78,7	20
M240/~e		72,6	26
M102~k/d/l		70,1	8	(M102~1 :)	189		ha'/pe'
M308~e		54,8	2
M038~i/e ³		53	3
M352~o/n		51,1	21		A'		ki/ke ('gi')
M220		50,9	3		8		hù/hú
M254~a/c		47,2	7
M320		47,1	5		103		kù/kú/hi/he
M032		42	17		89		še

Figure 10 : signes associés à M096/~d/c (e)

3 Dans P008297, il faut peut-être lire M038~a# M057 au lieu de M038~e# M057. Le score de M038~i/e deviendrait alors 100 devant M096/~d/c, pour 2 occurrences.

Commentaires sur la figure 10 :

Dans P009194, il faut lire M259 M262 M096 au lieu de M259 M260~1 M096.

M308~e et **M304** doivent être considérés comme des signes-objets sans valeur syllabique, car ils sont placés en première position de chaque entrée dans notre corpus, dans des textes où les autres entrées présentent aussi des signes-objets.

Il est probable qu'il y ait équivalence entre :

- **M242~b/ab/d//f** et **M262/~a** : présence entre M024 et M096 (2 occurrences) et entre M390 et M096 (2 occurrences) ;
- **M242~b/ab/d//f** et **M221** : présence entre M110/~b/a et M096 (respectivement 4 et 1 occurrences) ;
- **M230/~a** et **M240/~e** : présence entre M386~a et M096 (respectivement 2 et 9 occurrences).

Dans les trois cas ci-dessus, il y a aussi une grande ressemblance graphique entre les signes.

L'équivalence est aussi possible, mais plus hypothétique, entre **M240/~e** et **M242~b/ab/d//f** : présence entre M029~a et M096 (respectivement 1 et 2 occurrences) ; M242~b est aussi présent une fois entre M386~a et M096, contre 9 fois pour M240/~e.

L'association entre **M352~o/n** et M096/~d/c ne semble pas très forte, cependant il faut prendre en compte l'existence du « préfixe » M066/~a/h M352~o/n. Cette séquence est suivie d'une voyelle à 11 reprises dans le corpus. Quand cette voyelle est finale, c'est-à-dire suivie d'un signe-objet ou numérique, ce qui arrive à 5 occasions, c'est toujours M096/~d/c. Dans les 6 autres cas, la voyelle est la voyelle initiale du nom « préfixé ».

Si l'on observe tous les cas où M352~o/n est suivi d'une voyelle finale, on a :

- 7 occurrences de M096/~d/c,
- 2 occurrences de M066,
- 1 occurrence de M218~b.

Ce qui donnerait une association avec M096/~d/c plus forte que dans le cas où l'on compte toutes les occurrences de M352~o/n avant voyelle.

Signe PE (code)	Voyelle PE associée	Score d'association	Nombre d'occurrences	Signe PE (image)	Signe EL ressemblant		Valeur(s) possible(s) du signe LE
M131	(a)	100	7		154		te
[M131+M388]		100	2
M377~e/g		100	13
M222 ⁴		100	4
M319		100	3
M370		100	4
M214~a/c		100	2
M224		100	2
M365/~g		100	2
M097~h/f		87,7	14
M004		86,5	50		170		la
M250~ba/bc/n		79,3	8
M390		78,6	15
M259		72,6	28
M387/~a		66,3	30		169		na
M263/~a		64,3	31		58		ha
M223/~b/a		63,6	13		13		ra
M175		62,1	4
M219		59	21		6		ta
M295/~ka/a/c/e/h/l/w/y		58,4	18
M220		49,1	3		8		hù/hú

Figure 11 : signes associés à M218/~b (a)

4 Dans P008820, il faut corriger M222 M218 en M223 M218, ce qui augmente l'association de M223 avec M218.

5 Ce signe ressemble à un signe élamite linéaire de valeur *li*, mais c'est un signe-objet (voir commentaires).

6 Alternativement, on aurait pu noter la ressemblance avec M259, lui aussi associé à M218/~b.

Commentaires sur la figure 11 :

Dans P008108, il faut probablement lire M218# M295# M218 au lieu de M228# M295# M218.

M365 doit probablement être considéré uniquement comme signe-objet ou signe-propriétaire. De plus la lecture de M365~g (2 occurrences dans tout le CDLI) semble douteuse.

M214~a/c et **M319** doivent être considérés comme des signes-objets sans valeur syllabique, car ils sont placés en première position de chaque entrée dans notre corpus, dans des textes où les autres entrées présentent aussi des signes-objets.

|M131+M388| doit probablement être considéré comme une variante de **M131** , car ils sont présents dans les mêmes contextes (devant M218 ou M263) et graphiquement semblables.

Signe PE (code)	Voyelle PE associée	Score d'association	Nombre d'occurrences	Signe PE (image)	Signe EL ressemblant		Valeur(s) possible(s) du signe LE
M380/~b	M371 (ú)	100	18
M024/~a		100	10		67		pù [?] / pú [?] / fù [?] / fú [?]
M218+ M101		100	5		24 A'		tù / tú
M228/~b+ M320		100	3
M218+ M320		77,4	3
M054/~i		100	2
M291		100	2
M320~n		100	2
M318~a//c		94,7	20
M033/~a		88,2	9
M003~b		100	2
M009		84,9	34		182		zù/zú
M110/~b/a		84,9	7
M145~a		84,9	7
M226~c		83,7	4		18		šù/šú
M073~b/a		78,9	5
M099		77,1	11		A'		hù/hú
M347		74,7	38		A'		pù / pú / fù / fú
M347+ 1(N14)		100	2
M146		59	12

Figure 12 : signes associés à M371 (ú)

Commentaires sur la figure 12 :

M291 et **M054/~i** doivent être considérés comme des signes-objets sans valeur syllabique, car ils sont placés en première position de chaque entrée dans notre corpus, dans des textes où les autres entrées présentent aussi des signes-objets.

M320~n est représenté dans tout le corpus CDLI par seulement deux occurrences. Vu sa ressemblance graphique et graphotactique avec **M318~a//c** , il devrait être considéré comme une variante de M318.

Les deux occurrences de **M003~b** devant M371, dans P008328 et P008318, doivent probablement être remplacées par **M033** (ce qui est déjà proposé dans le CDLI pour P008328).

[M347+1(N14)] , qui est représenté par deux occurrences dans tout le corpus CDLI, qui plus est sur la même tablette (P008185), doit être considéré simplement comme **M347** .

[M228/~b+M320] , **[M218+M320]** et **[M218+M101]** (en position de signes syllabiques uniquement) doivent être considérés comme trois variations du même signe, car ils sont présents dans les mêmes contextes (entre M004 et M371) et très semblables graphiquement.

Conclusions

Pour 21 des 23 signes syllabiques proto-élamites qu'on peut associer avec une des cinq voyelles et qui présentent une grande ressemblance avec un signe élamite linéaire de valeur connue, la voyelle associée est compatible avec la valeur du signe élamite linéaire. Il y a deux exceptions :

- M220 qui n'est présent qu'en trois exemplaires, associé à *a* ou *e*, alors que la valeur proposée du signe équivalent en élamite linéaire est *hu* ;
- M131 qui est associé à la voyelle *a*, alors que la valeur proposée du signe équivalent en élamite linéaire est *te*.

On peut considérer M220 comme un aléa statistique vu son faible nombre d'occurrences. Pour M131, il y a un doute sur la valeur précise du signe correspondant en élamite linéaire (voir [note xx](#) et [Tavernier 2010:1072]). La présente étude peut indiquer que la voyelle de ce signe était anciennement un *a*.

En tout cas, le petit nombre d'exceptions confirme que :

1. comme on pouvait le supposer avec la similarité des signes voyelles, le proto-élamite et l'élamite linéaire ne sont pas deux systèmes d'écritures distincts, mais deux états du même système.
2. Les signes « syllabiques » du proto-élamite ont bien une valeur syllabique, identique ou très proche entre le proto-élamite et l'élamite linéaire.

Le caractère anthroponymique des séquences syllabiques, est, sinon confirmé, du moins renforcé. On retrouve en particulier l'élément *igi* (M066/~a/h M352~o/n) au début de plusieurs noms⁷. Cet élément initial est aussi présent dans certains noms élamites comme Igibuni, Igi-Halki, et est généralement traduit par « frère ». Cependant, l'absence apparente de consonnes finales, analogues à celles de l'élamite linéaire, est aussi un argument contre l'identification avec l'élamite de la langue transcrite. Aucune ressemblance évidente avec les noms élamites connus n'a été trouvée, et une étude exhaustive des séquences syllabiques est nécessaire pour déterminer si elles se rapprochent ou non de noms élamites ou akkadiens.

La présence des signes-voyelles en fin de séquence semble quasiment systématique et devrait aussi être étudiée de façon exhaustive. En l'état, leur rôle est difficile à déterminer, entre indicateur de voyelle longue, complément phonétique et démarcateur de fin de séquence phonétique.

La présente étude permet aussi de confirmer la valeur de certains signes en élamite linéaire, qui n'était pas certaine dans [Kervran 2019]. Le tableau des signes de l'élamite linéaire est mis à jour en figure 13.

⁷ On trouve aussi la séquence M218 M259 *a-?a* au début de plusieurs séquences.

<i>ù</i>	<i>ú</i>	<i>i</i>	<i>e</i>	<i>a</i>
	<i>pu</i> (<i>pú</i>) <i>pu⁸</i> (<i>pú⁸</i>) ⁸	<i>pi</i>	<i>pe²²</i>	<i>ba</i>	<i>-p⁹</i>
= w/pV (V=e/a/u)
<i>tu₄</i> (<i>tù</i>)	<i>tu/du</i> (<i>tú</i>)	<i>ti</i>	<i>te¹⁰</i> <i>te</i>	<i>ta/da</i>	<i>-t</i>
<i>ku²</i> (<i>kù²</i>)	<i>ku¹¹</i> (<i>kú²</i>)	<i>ki</i> (/ki ⁶ /)	<i>gi</i> (/ke ⁶ /)	<i>qa</i> (/ka/)	<i>-k¹²</i>
<i>šu²</i> (<i>šù²</i>)	<i>šu</i> (<i>šú</i>)	<i>ši</i>	<i>še</i>	<i>ša</i>	<i>-š</i>
<i>su/šu</i> (<i>sù</i>)	<i>zu/su</i> (<i>sú</i>) ¹³	<i>si²</i>	<i>za</i> (/sa ⁶ /) <i>sa¹¹</i>	<i>-z</i> (/s ⁶ /)
<i>mu¹⁴</i> (<i>mù²</i>)	<i>/mú/</i> [?] <i>/ma/</i>	<i>mi/ma/me</i> (/mi ⁶ /)	<i>me</i> <i>ma/me/we</i> (/ma ⁶ /)	<i>ma/wa</i>	<i>-m</i>
<i>nu</i>		<i>ni¹⁵</i>	<i>ni</i> (/ne/)	<i>na</i>	<i>-n</i>
		<i>li</i> (/li ⁶ /)	<i>li</i> (/le ⁶ /)	<i>la</i>	<i>-l</i>
		<i>li²²</i>
	<i>ru¹⁶</i> (/rú ⁶ /)	<i>ri</i> (/ri ⁶ /)	<i>ri</i> (/re ⁶ /)	<i>ra¹⁷</i>	<i>-r</i>
<i>hu</i> (<i>hù²</i>)	<i>hu</i> (<i>hú</i>)	<i>hi</i> (/hi ²² /)	<i>hi¹¹</i> (/he ²² /)	<i>ha</i> <i>ha²²</i>	<i>-h</i> <i>-h</i> (/ff ²² /)

Figure 13 : équivalences entre élamite linéaire et valeurs de l'élamite cunéiforme

8 Uniquement attesté à Suse.

9 Attesté sur dans Z. Variante graphique plus ancienne à Suse.10 La syllabe notée par est probablement distincte de celle notée par .11 On a soit = *sa* et = *hi*, soit = ? et = *ku*.12 Attesté dans B, D, I, X, Y, Z, J', H', I', K'. Variante graphique plus ancienne dans A, C, E, F, G, H, J, W, A'.13 Variante graphique à Suse et dans C'.14 Variante graphique dans K' ?15 Variante graphique dans A' et W.16 Attesté dans D, Y, Z. Variante graphique dans K et A'. Variante graphique (ou phonétique) dans X, I', J'.17 Attesté dans D, S, F, G, H, Q, A', F', H'. Variante graphique dans Y et Z ?

Bibliographie

[Born et al. 2019] : Born, Logan, et al. "Sign Clustering and Topic Extraction in Proto-Elamite." *Proceedings of the 3rd Joint SIGHUM Workshop on Computational Linguistics for Cultural Heritage, Social Sciences, Humanities and Literature*. 2019.

[Dahl 2005] : Dahl, Jacob L. "Complex Graphemes in Proto-Elamite." *Cuneiform digital library journal* 4.3 (2005).

[Dahl 2006] : Dahl, Jacob L. "J. Dahl's working sign list." *CDLI Wiki*, 2006-06-28, https://cdli.ucla.edu/tools/cdlifiles/signlists/prE_signlist.zip. Accédé le 7 novembre 2019.

[Dahl 2019] : Dahl, Jacob L. *Tablettes Et Fragments Proto-Élamites*. Paris: Musée du Louvre, 2019. Print.

[Dahl, Hawkins & Kelley 2018] : Dahl, Jacob L., Laura F. Hawkins and Kathryn Kelley. "Labour Administration in Proto-Elamite Iran." *What's in a Name ? : Terminology Related to the Work Force and Job Categories in the Ancient Near East*. 2018.

[Desset 2012] : Desset, François. *Premières Écritures Iraniennes: Les Systèmes Proto-Élamite Et Élamite Linéaire*. Napoli: Università degli studi di Napoli L'Orientale, 2012. Print.

[Desset 2018] : Desset, François. "Nine Linear Elamite Texts Inscribed on Silver “Gunagi” Vessels (X, Y, Z, F', H', I', J', K' and L') : New Data on Linear Elamite Writing and the History of the Sukkalmah Dynasty." *Iran* 56.2 (2018): 105-143.

[Kervran 2019] : Kervran, Matthieu. "Proposition pour le déchiffrement de l'élamite linéaire." *SocArXiv Papers*, 2019-12-06, <https://osf.io/preprints/socarxiv/jc4xs/> .

[Mäder et al. 2017] : Mäder, Michael, et al. "Sequenzanalysen zur elamischen Strichschrift." *GEAS*, 2017-10-21, https://center-for-decipherment.ch/pubs/maeder-et-al-2018__sequenzanalysen-zur-elamischen-strichschrift/ . Accédé le 12 novembre 2017.

[Tavernier 2010] : Tavernier, Jan. "On the sounds rendered by the s-, š-and?/z-series in Elamite." *Proceedings of the 53e Rencontre Assyriologique Internationale* 1 (2010): 1059-1078.