

Document Understanding

Thierry Paquet



FR CNRS NormaSTIC
University of Rouen Normandie

<https://pagesperso.litislab.fr/tphaquet/>

Thierry.Paquet@univ-rouen.fr

Laboratoire d'Informatique Traitement de l'Information et Systèmes

- Vision for autonomous vehicles
- Medical imaging
- Machine learning
- Cryptographie and Theoretical Informatics
- Human / Agent interactions
- BioInformatics
- Complex systems



<http://www.litislab.eu/>

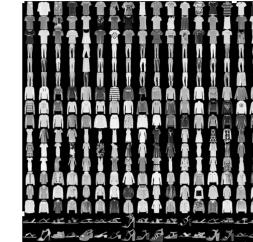
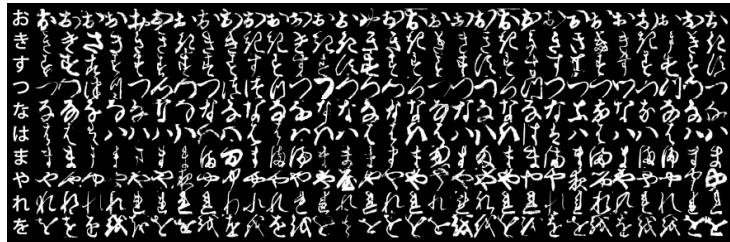
Document Understanding

A machine learning perspective...

- robust perception systems: optimised with many examples

3	4	2	1	9	5	6	2	1	8
8	9	1	2	5	0	0	6	6	4
6	7	0	1	6	3	6	3	7	0
3	7	7	9	4	6	6	1	8	2
2	9	3	4	3	9	8	7	2	5
1	5	9	8	3	6	5	7	2	3
9	3	1	9	1	5	8	0	8	4
5	6	2	6	8	5	8	8	9	9
3	7	7	0	9	4	8	5	4	3
7	9	6	4	1	0	6	9	2	3

- adaptable : one single learning algorithm



- experts knowledge introduced through the labelled examples (extern)

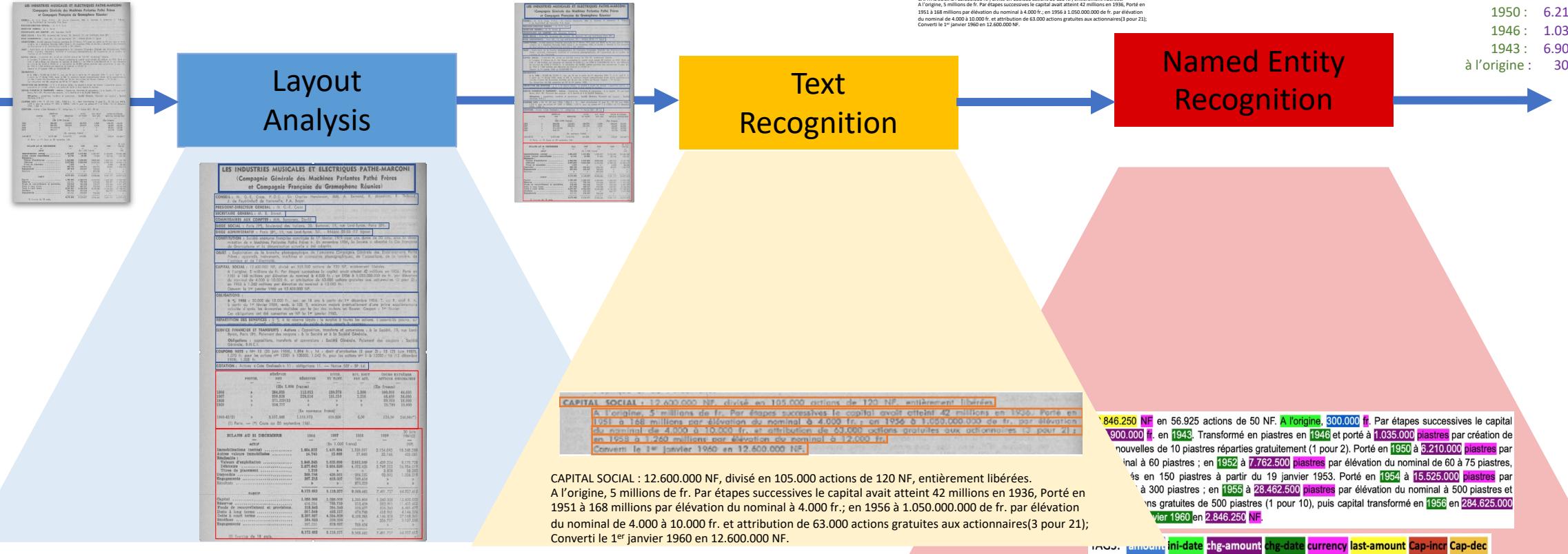
Document Understanding

Roadmap

- The processing pipeline « document understanding »
- Some examples
 - MAURDOR
 - EurHisFirm
- Trends
 - Deep learning approaches
 - New neural network Architectures
 - example : POPP
 - Towards document understanding
 - Architecture OCR E2E : DAN
 - Architecture DU E2E : DONUT – DESSURT – Pix2struct - DAN
 - Document understanding ?
- Conclusion

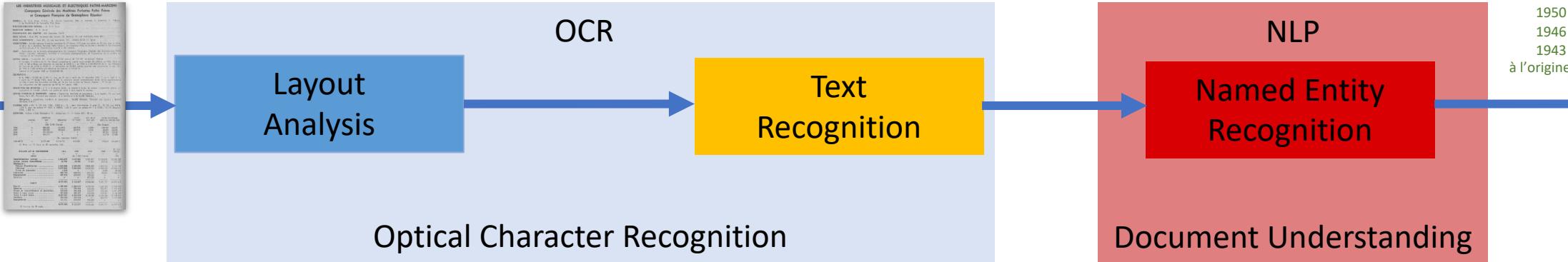
Document Understanding

The standard processing pipeline



Document Understanding

The standard processing pipeline



Layout
Analysis

OCR

Text
Recognition

NLP

Named Entity
Recognition

Document Understanding

Optical Character Recognition



Abby Fine Reader
Omnipage

Tesseract
EasyOCR
Kraken (Historical)
Transkribus (Historical)

...

Gate

OpenNLP
Spacy
...

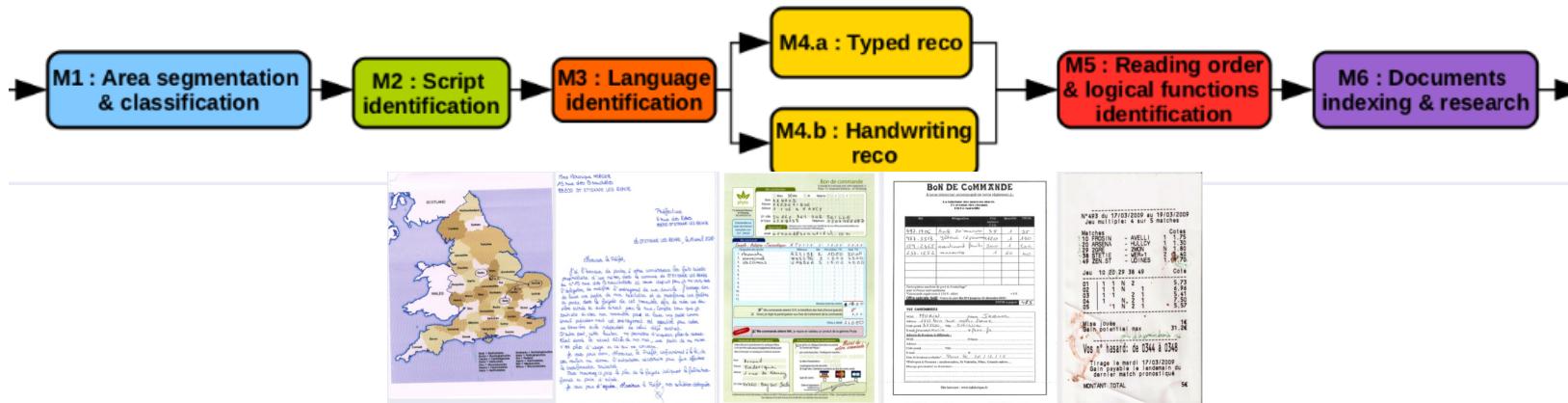
1960 : 2.846.250 NF
1956 : 284.625.000 fr
1955 : 28.462.500 piastres
1954 : 15.525.000 piastres
1952 : 7.762.500 piastres
1950 : 6.210.000 piastres
1946 : 1.035.000 piastres
1943 : 6.900.000 fr
à l'origine : 300.000 fr

Document Understanding

La chaîne de traitement usuelle



The MAURDOR processing pipeline



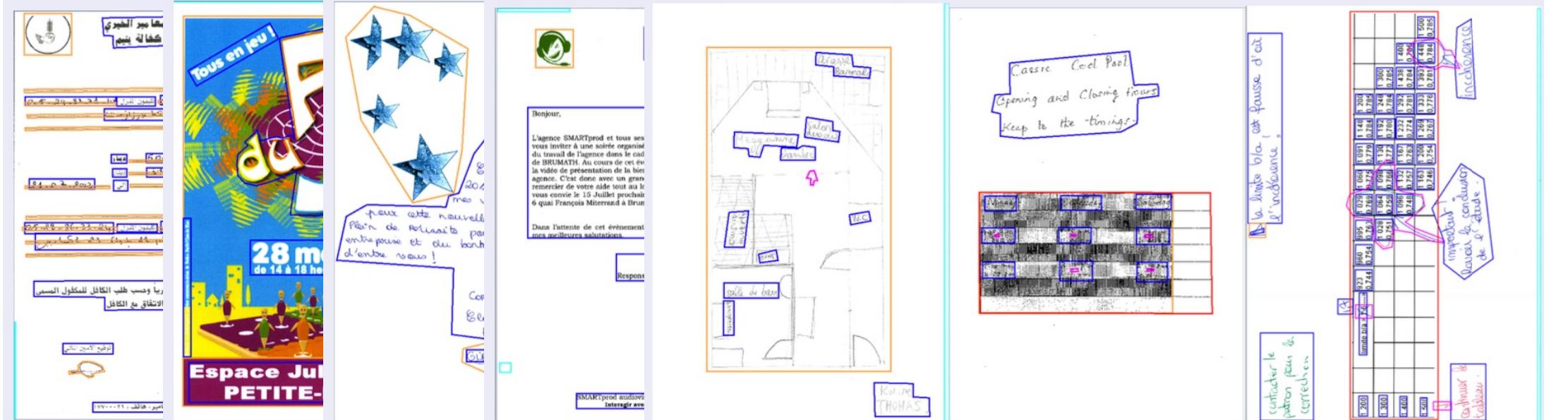
PEA-MAURDOR : Moyens AUtomatisés de Reconnaissance de Documents écrits, DGA, Airbus DS, 2012-2014

Document Understanding

MAURDOR results

✓ 10.000 documents annotated

Exemples de documents : C5

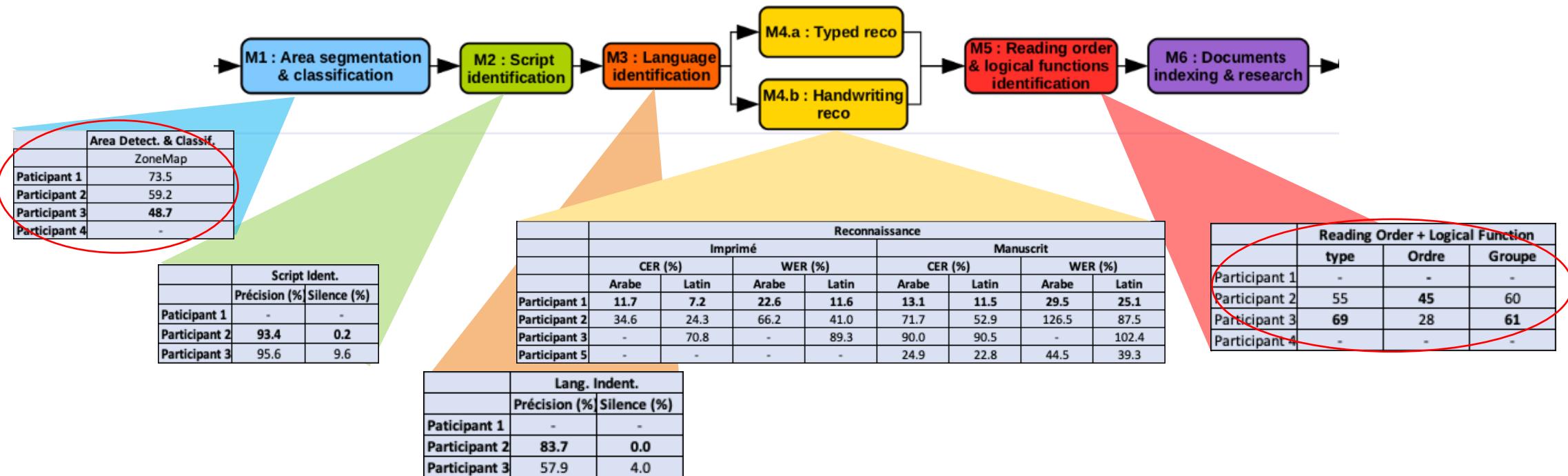


PEA-MAURDOR : Moyens AUtomatisés de Reconnaissance de Documents écRits, DGA, Airbus DS, 2012-2014

Document Understanding

The MAURDOR results

✓ Performances (2014)



S. Brunessaux et al., "The Maurdor Project: Improving Automatic Processing of Digital Documents,"
2014 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems, 2014, pp. 349-354, doi: 10.1109/DAS.2014.58.

Document Understanding

The *EurHisFirm results: yearbooks(LITIS)*

Desfossé yeabook 1962



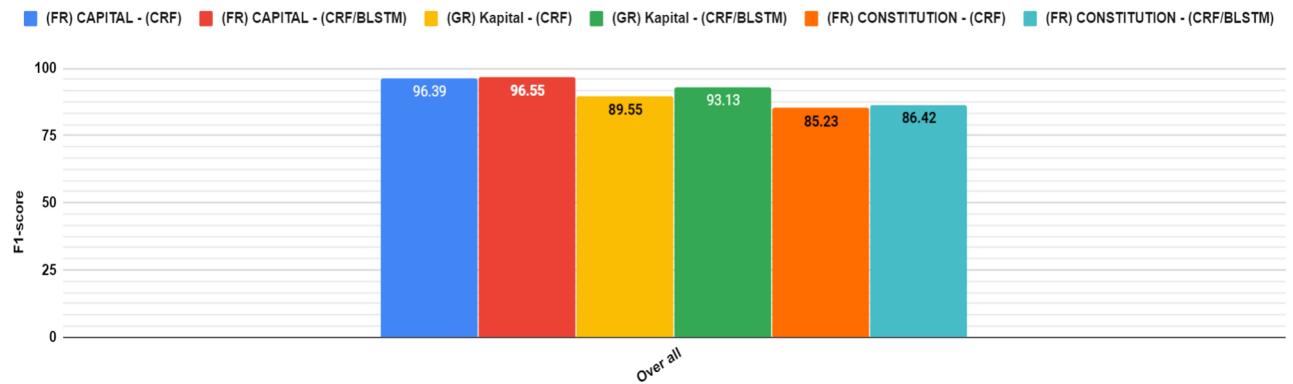
Handbuch 1914

CAPITAL: [2,846,250 NF] er 56.925 actions de 50 NF. A l'origine [300.000 fr]. Par étapes successives le capital avait atteint [6.900.000 fr] er 1943. Transformé en piastres en 1946 et porté à [1.035.000 piastres] par création de 34.500 actions nouvelles de 10 piastres réparties gratuitement (1 pour 2). Porté en 1950 à 6.210.000 piastres par élévation du nominal à 60 piastres; en 1952 à [7.762.500 piastres] par élévation du nominal de 60 à 75 piastres; puis titres regrou- pés en 150 piastres à partir du 19 janvier 1953. Porté en 1954 à [15.525.000 piastres] par élévation du nominal à 300 piastres; en 1955 à 28.462.500 piastres par élévation du nominal à 500 piastres et création de 5.175 actions gratuites de 500 piastres (1 pour 10), puis capital transformé en 1956 en [284.625.000 francs]. Converti le 1s janvier 1960 en [2,846,250 NF]

Last amount
Share amount
Nb shares
Chg-date
Chg-amount
Init-amount
Currency
Ini-date

Kapital: M. 4 000 000 in 4000 Aktien à M. 1000 Urspr. M. 1 000 000 erhöht zur Verstärk. der Betriebsmittel lt. G.V. v. 21.10. 1909 um M. 300 000 mit Div.-Ber. ab 1./1. 1910, begeben an die alten Aktionäre zu 130% franko Zs. Agio mit M. 125 070 in R.F. Mit Rücksicht auf die stetige Entwickl. u. den erheblich gestiegerten Auftragsbestand der Ges beschloss die a.o. G.V. v. 27.5. 1911 weitere Erhöh. um M. 500 000 in 500 Aktien mit Div.-Ber. ab 1./7. 1911, übernommen von G. Fromberg & Co. zu 200%, angeboten den alten Aktionären v. 14.5.—27.6. 1911 zu 220%. Agio mit M. 500 000 in R.F. Nochmals erhöht lt. G.V. v. 16.2. 1912 um M. 2 000 000 (auf M. 4 000 000) in 2000 Aktien mit Div.-Ber. ab 1./7. 1912, übernommen von einem Konsort. (G. Fromberg & Co. etc.) zu 200% franko Zs. zuzügl. aller Kosten bis zum Betrage von M. 170 000, angeboten den alten Aktionären im Febr.-März 1912 zu 220%. Agio mit M. 2000 000 in R.F.

- Capital section of the Desfossé 1962 yearbook (French)
 - Trained on $\frac{3}{4}$ (136) and Tested on $\frac{1}{4}$ (45), 4 times in 4 different folds
- CONSTITUTION section of the Desfossé 1962 directory (French)
 - Trained on $\frac{3}{4}$ (69) and Tested on $\frac{1}{4}$ (23), 4 times in 4 different folds
- Kapital section of the Handbuch 1914-15 directory (German)
 - Trained on $\frac{3}{4}$ (147) and Tested on $\frac{1}{4}$ (48), 4 times in 4 different folds



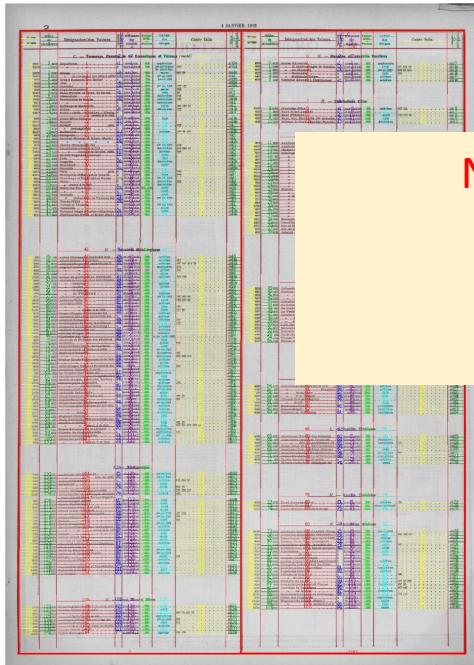
Good Results with the standard processing pipeline : OCR (Omnipage) + NER (Flair)

W. Swaileh, T. Paquet, S. Adam, and A. Rojas Camacho, A Named Entity Extraction System for Historical Financial Data, DAS 2020, LNCS 12116, pp. 324–340, 2020.

Document Understanding

EurHisFirm results: price lists (IRISA)

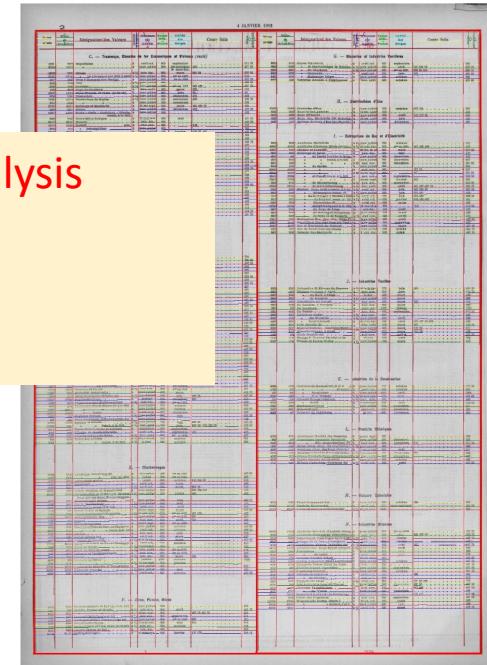
Headings & Column detection



Section detection



Titles detection



Need to develop specific layout analysis

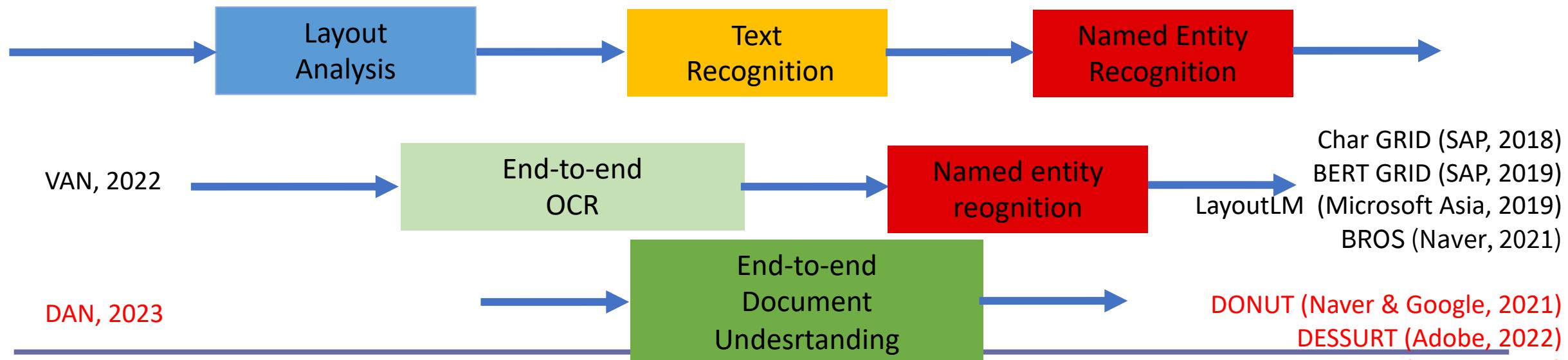
~~OCR+NER~~

Price Lists –
Brussels 1912

Document Understanding

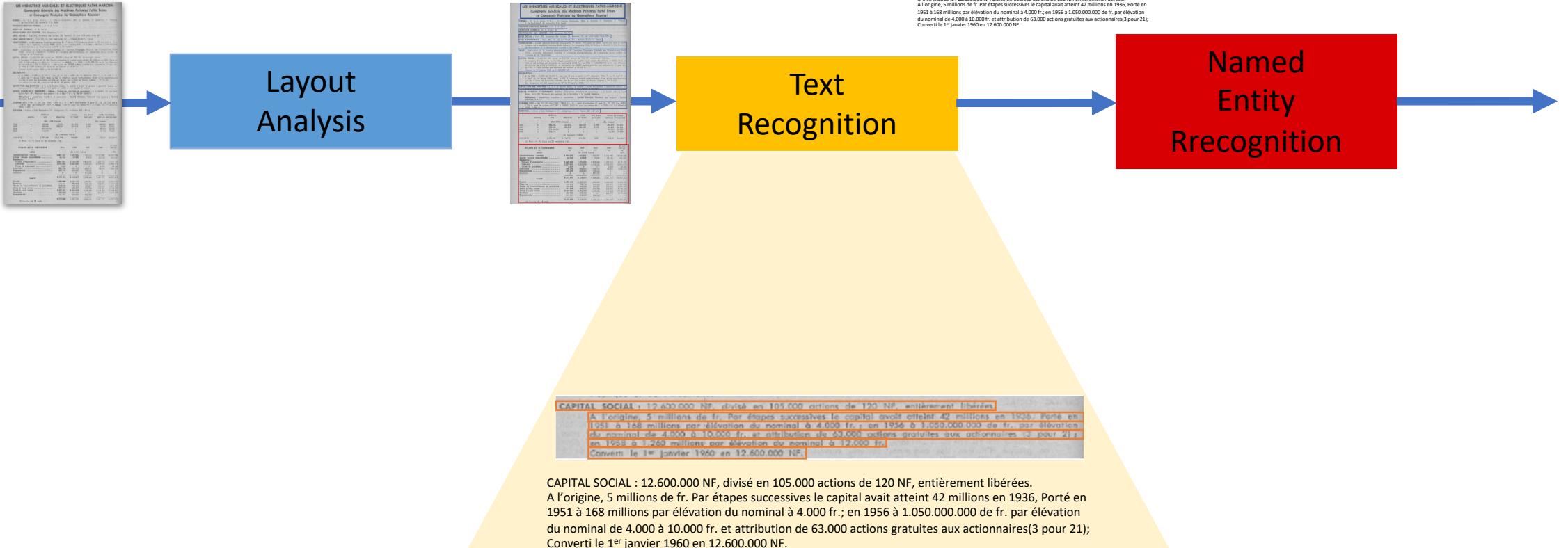
Recent trends :

- The Deep Learning Era
- Learning to solve complex tasks
- Combine Vision & Language : *show attend and tell (Bengio 2012)*
- End-to-end OCR: *scan attend and read (Bluche 2014)*



Document Understanding

End-to-end paragraphs recognition



Detect the lines and recognise the text

Document Understanding

Segmentation free paragraph recognition

Vertical Attention Network : VAN

RIME

Il me suffit de vous écrire cas je vous
renvoie, et je vous demanderai de bien vouloir
me faire une réponse correspondant à vos
écris. Je vous prie de bien vouloir me faire une
réponse qui sera nécessaire pour répondre à vos
écris. Je vous prie de bien vouloir me faire une
réponse qui sera nécessaire pour répondre à vos
écris.

Il me suffit de vous écrire cas je vous
renvoie, et je vous demanderai de bien vouloir
me faire une réponse correspondant à vos
écris. Je vous prie de bien vouloir me faire une
réponse qui sera nécessaire pour répondre à vos
écris.

IAM

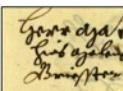
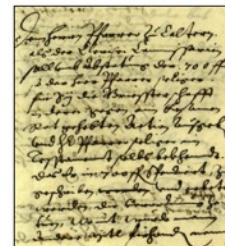
This begins with some paragraphs sent on the eve of the
last December's election on July 19, 1867. And appears
now it was in his mind for the next subject coming.
They will suffice until you have time to respond.

The second page continues the writer's
paragraphs concerning the organization of the
National Guard. Concerning immediately after
the meeting made at 10 AM by Senator Rollinson
regarding the Federal Bureau of Investigation now
responsible for the National Guard, he writes,
"the national uniform, notwithstanding various"
in his post. Senator Rollinson's committee
was to meet the next day in connection with the
newly organized National Guard.

Il me suffit de vous écrire cas je vous
renvoie, et je vous demanderai de bien vouloir
me faire une réponse correspondant à vos
écris. Je vous prie de bien vouloir me faire une
réponse qui sera nécessaire pour répondre à vos
écris.

Il me suffit de vous écrire cas je vous
renvoie, et je vous demanderai de bien vouloir
me faire une réponse correspondant à vos
écris. Je vous prie de bien vouloir me faire une
réponse qui sera nécessaire pour répondre à vos
écris.

READ 2016



Je vous permet de nous faire cas je vous
augmentez mes quantités de CD vierges
j'ai commandé 5000 et attendez je vous
en commander 1000.

Merci d'avance

Je vous permet de nous faire cas je vous
augmentez mes quantités de CD vierges
j'ai commandé 5000 et attendez je vous
en commander 1000.

Merci d'avance

augmentez mes quantités de CD vierges

Je vous permet de nous faire cas je vous
augmentez mes quantités de CD vierges
j'ai commandé 5000 et attendez je vous
en commander 1000.

Merci d'avance

j'ai commandé 5000 et attendez je vous
en commander 1000.

Merci d'avance

en commander 100.

Je vous permet de nous faire cas je vous
augmentez mes quantités de CD vierges
j'ai commandé 5000 et attendez je vous
en commander 1000.

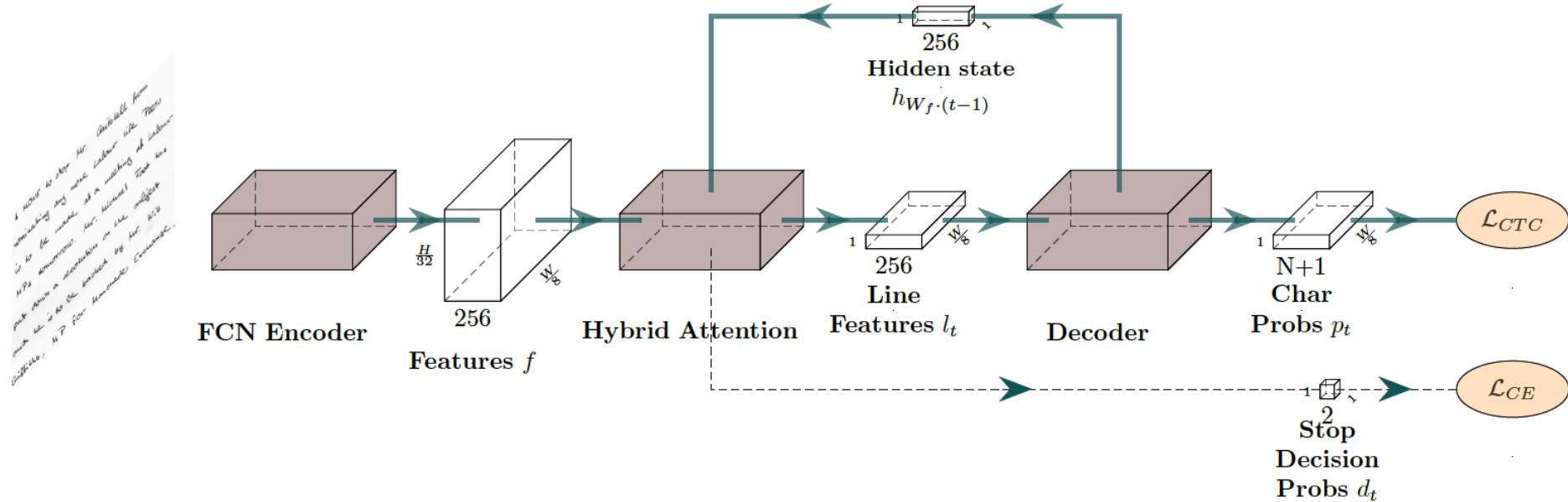
Merci d'avance

en commander 100.

Merci d'avance

Document Understanding

Vertical Attention Network : VAN



Trained without any localisation information, transcriptions only

Denis Coquenet, Clément Chatelain, and Thierry Paquet,
End-to-end Handwritten Paragraph Text Recognition Using a Vertical Attention Network,
IEEE-PAMI, Vol.45 n° 1 , pp. 508-524, jan. 2023.
pre-print <https://arxiv.org/abs/2012.03868>



Document Understanding

Vertical Attention Network : VAN

Paragraph level SOTA on RIME

Je vous reçois cette matinée pour discuter
individuellement et avec minutie de l'acte.
Toutefois, j'apprécie évidemment votre disponibilité
professionnelle. Aussi je vous demande de bien vouloir
me décliner les documents immédiatement lors de
l'ouverture de l'acte.

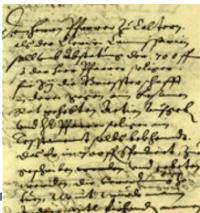
Je réglerai les formalités de l'acte chaque fois
que vous déposez un document, soit par procédure
automatisée, à votre convenance. Je réglerai
en tout cas tout ce qui est de faire de mon côté.

En espérant que nos réflexes favorisent de vos
côtés, je vous prie d'agréer, Monsieur, l'expression de
mes meilleures salutations.

Paragraph SOTA on IAM

He said there concerned Mr. Kavano's
alleged association with organisations identified
by the government. Answerably
Mr. Kennedy asked a date to receive
written copy of the Federal Bureau of In-
vestigation had provided on Mr. Kavano.
He believed he would prefer "substantive
review" in his post. Senator Robert D.
Cochran has to pass Mr. Kavano's
termination before it can be con-
sidered valid by the full Senate.

Paragraph SOTA on READ 2016



Architecture	CER (%) valid	WER (%) valid	CER (%) test	WER (%) test	# Param.
[36] CNN+MDLSTM ^a	2.5	12.0	2.9	12.6	
[34] RPN+CNN+BLSTM+LM			2.1	9.3	
Ours	1.83	6.26	1.91	6.72	2.7 M

Architecture	CER (%) valid	WER (%) valid	CER (%) test	WER (%) test	# Param.
[37] CNN+MDLSTM ^a				16.2	
[36] CNN+MDLSTM ^b	4.9	17.1	7.9	24.6	
[31] RPN+CNN+BLSTM ^c	13.8			15.6	
[7] RPN+CNN+BLSTM				8.5	
[34] RPN+CNN+BLSTM+LM			6.4	23.2	
[39] GFCN			4.7		16.4 M
Ours	3.02	10.34	4.45	14.55	2.7 M

Architecture	CER (%) validation	WER (%) validation	CER (%) test	WER (%) test	# Param
Ours	3.71	15.47	3.59	13.94	2.7 M

Document Understanding

POPP: Project for the Ocring of the Paris Population census (2021)

with Sandra Brée (LARHRA)

1926 – 1932 – 1936 = 3 x 50K double pages = 3 x 2,5M personnes

The image shows two pages of handwritten Paris population census data. The columns represent the following information:

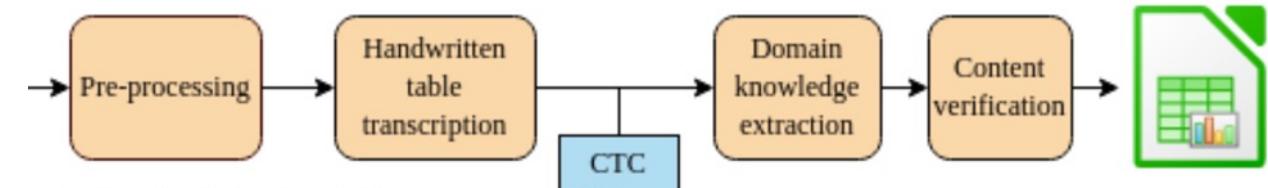
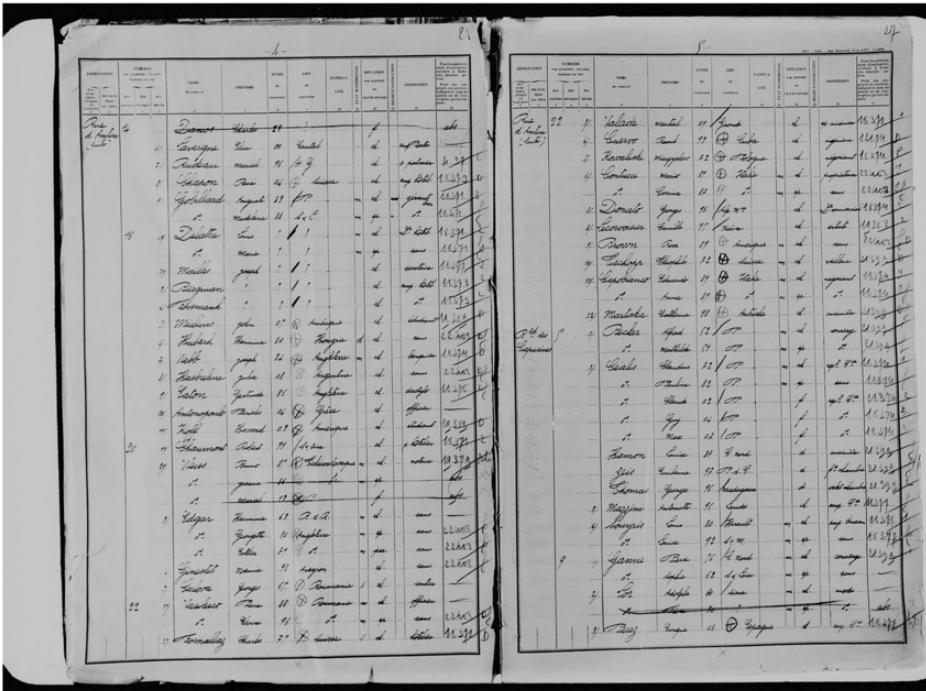
- Line 1:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 2:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 3:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 4:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 5:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 6:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 7:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 8:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 9:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 10:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 11:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 12:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 13:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 14:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 15:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 16:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 17:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 18:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 19:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 20:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 21:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 22:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 23:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 24:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 25:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 26:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 27:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 28:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 29:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 30:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 31:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 32:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 33:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 34:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 35:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 36:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 37:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 38:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 39:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 40:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 41:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 42:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 43:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 44:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 45:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 46:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 47:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 48:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 49:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 50:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 51:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 52:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 53:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 54:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 55:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 56:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 57:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 58:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 59:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 60:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 61:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 62:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 63:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 64:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 65:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 66:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 67:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 68:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 69:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 70:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 71:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 72:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 73:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 74:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 75:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 76:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 77:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 78:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 79:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 80:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 81:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 82:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 83:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 84:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 85:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 86:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 87:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 88:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 89:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 90:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 91:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 92:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 93:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 94:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 95:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 96:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 97:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 98:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 99:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.
- Line 100:** Nom de famille, Nom, Age, Sexe, Profession.

Noms	Prenom	Sexe	Année de naissance	Ville de naissance	Département de naissance	Pays de naissance	Nationalité	Etat matrimonial	Situation par rapport au chef de ménage	Statut professionnel	Code métier
VALADE	MARTIAL	H	1909		GIRONDE	FRANCE	FRANCAISE	C	CH	APPRENTI CUISINIER	18371
CUERVO	RAOUL	H	1893			CUBA	CUBA	C	CH	INGENIEUR	12174
KOVALISKI	SMIEZSYLOVS	A	1872			POLOGNE	POLOGNE	C	CH	NEGOCIANT	18374
CONTUCCI	MARIO	H	1889			ITALIE	ITALIE	M	CH	PROPRIETAIRE	22408
CONTUCCI	SCORRINAS	F	1887			ITALIE	ITALIE	M	EP	SANS	22408
DONATO	GEORGES	H	1896			FRANCE	FRANCAISE	C	CH	DOMESTIQUE COMMERCIAL	18374
LECORVOISIER	SCAMELLES	A	1895			FRANCE	FRANCAISE	C	CH	ARTISTE	19388
BROWN	ROSE	F	1889			AMERIQUE	AMERIQUE	M	CH	SANS	22408
ESCHOPP	THEOPHILE	H	1872			SUISSE	SUISSE	M	CH	VEILLEUR	21399
CAPOBIANCO	EDUARDO	H	1889			ITALIE	ITALIE	M	CH	NEGOCIANT	18374
CAPOBIANCO	ANNA	F	1889			ITALIE	ITALIE	M	EP	NEGOCIANT	18374
MARTISKA	CATHERINE	F	1898							CUISINIÈRE	21399
BECKER	ALFRED	H	1852	PARIS	SEINE	FRANCE	FRANCAISE	M	CH	CONCIERGE	21399
BECKER	MATHILDE	F	1851					M	EP	CONCIERGE	21399
CEALIS	CLAUDIO	H	1872	PARIS	SEINE	FRANCE	FRANCAISE	M	CH	REPT CCE	18374
CEALIS	PAULINE	F	1882	PARIS	SEINE	FRANCE	FRANCAISE	M	EP	SANS	18374
CEALIS	CLAUDE	H	1902	PARIS	SEINE	FRANCE	FRANCAISE	C	F	REPT CCE	18374
CEALIS	GUY	H	1904	PARIS	SEINE	FRANCE	FRANCAISE	C	F	REPT CCE	18374
CEALIS	MAX	H	1907	PARIS	SEINE	FRANCE	FRANCAISE	C	F	REPT CCE	18374
HAMON	LOUISE	F	1887			FRANCE	FRANCAISE	C	D	CUISINIÈRE	21399
ZEIS	EMILIEENNE	F	1897			FRANCE	FRANCAISE	C	D	FE CHAMBRE	21399
THOMAS	GEORGES	H	1896			MADAGASCAR	MADAGASCAR	C	D	VALET CHAMBRE	21399
MAZZINI	ANTONETTE	F	1896			FRANCE	FRANCAISE	C	CH	EMPLOYEE CCE	18377
						FRANCE	FRANCAISE	M	CH	EMPLOYEE BUREAU	18377
						FRANCE	FRANCAISE	M	EP	SANS	18377
						FRANCE	FRANCAISE	M	CH	CONCIERGE	21399
						FRANCE	FRANCAISE	M	EP	SANS	21399
						FRANCE	FRANCAISE	M	CH	SMEDESS	18377
						FRANCE	FRANCAISE	M	EP	SMEDESS	18377
						ESPAGNE	ESPAGNE	C	CH	EMPLOYEE CCE	18374
						ALGERIE	ALGERIE	M	CH	NEGOCIANT	18374
						ALGERIE	ALGERIE	M	EP	SANS	18374
						ALGERIE	ALGERIE	C	F	SANS	18374
						ALGERIE	ALGERIE	C	D	FE CHAMBRE	21399
						ALGERIE	ALGERIE	C	D	CUISINIÈRE	21399
										375	375
										158	158
										APPRENTI CUISINIER	18371
										INGENIEUR	12174
										NEGOCIANT	18374
										PROPRIETAIRE	22408
										SANS	22408
										DOMESTIQUE COMMERCIAL	18374



Document Understanding

POPP



Data set annotations

<https://github.com/Shulk97/POPP-datasets/>

Dataset	Train # of lines	Validation # of lines	Test # of lines	# of writers
POPP (Generic)	3840 (128 pages)	480 (16 pages)	480 (16 pages)	80
Belleville	1140 (38 pages)	150 (5 pages)	180 (6 pages)	1
Chaussée d'Antin	625	78	77	10

WFST generation + CTC decoding

<https://gitlab.com/users/nkpf/projects/sigra>

Document Understanding

POPP annotations

no localisation annotation, but the logical separators « / »

Catelain/Louis/81/Aube/Œ/Œ/ch./Œ/manœuvre/?16-352

DESIGNATION des quartiers, villages ou hameaux		NUMÉROS PAR QUARTIER, VILLAGE, HAMEAU OU RUE			NOMS DE FAMILLE		PRÉNOMS	ANNÉE de NAISSANCE	LIEU de NAISSANCE	NATIONA- LITÉ	ETAT MATRIMONIAL	SITUATION PAR RAPPORT au chef de ménage	DEGRÉ D'INSTRUCTION	PROFESSION	Pour les patrons, chefs d'entreprise, ouvriers à domicile, inscrire : pa- tron.		
DES QUAR- TIERS, VIL- LES OU HAMEAUX	DES RUES DANS LES VILLES	des maisons	des ménages	des habitats	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
rue Buisson (suite)					W. 47 (suite)		Cathelin	Louis	81	Aube		ch.				16- 352	
							May	Marcuse	74	Aube	V	A				16- 352	
							Sarquissian	Cocorjian	05	Burgosie		ch.				16- 352	
							Tournival	Henri	96	J.		ch.				16- 352	

Document Understanding

Résultats POPP

Recognition performances with VAN

Omni-writer : with self-supervised training using un-annotated data

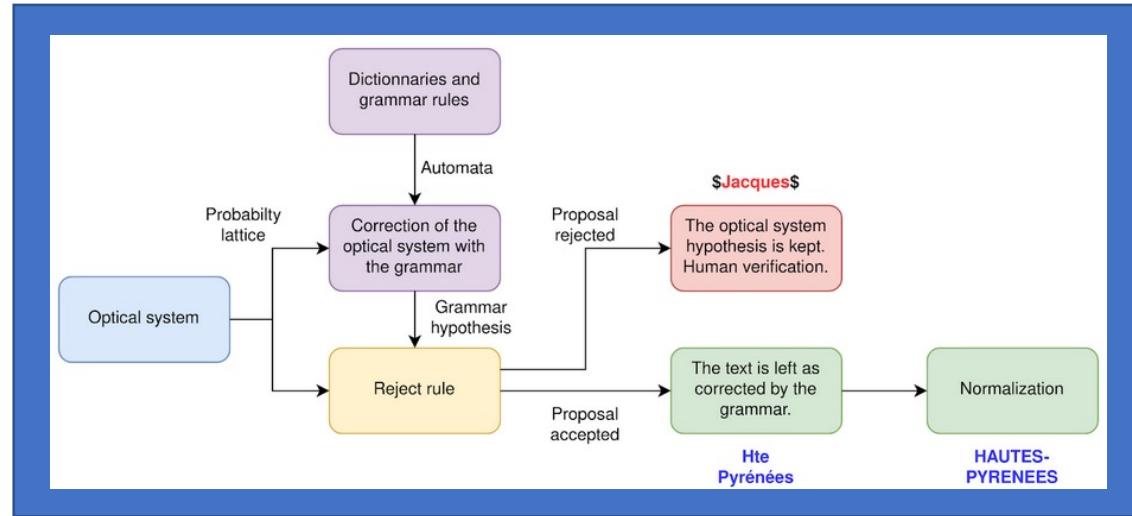
Writer adapted : with self supervision

Model	Dataset	CER (%) validation	WER (%) validation	CER (%) test	WER (%) test
Initial (Model 0)	Generic	6.86	18.66	7.08	19.05
Student 1	Generic	6.07	17.12	6.12	17.12
Student 2	Generic	5.94	16.80	5.97	16.83
Student 2bis	Generic	5.89	16.68	6.02	16.89
Student 3	Generic	5.64	15.98	5.43	15.50
Student 4	Generic	5.01	14.53	4.52	13.57
Student 4 specialized	Mono-writer	2.14	5.24	2.66	6.37

T. Constatin, N. Kempf, T. Paquet, P. Tranouez, C. Chatelain, S. Brée, and F. Merveille, Recognition and information extraction in historical handwritten tables: toward understanding early 20th century Paris census, 15th Document Analysis Systems, IAPR, pp. 143- 157, La Rochelle, 2022

Document Understanding

POPP : confidence & normalisation



DÉSIGNATION des villes, des villages ou hameaux dans les villes	NUMÉROS PAR QUARTIER, VILLAGE, HAMMEAU OU PAR			NOMS DE FAMILLE	PRÉNOMS	ANNÉE de NAISSANCE	LIEU de NAISSANCE	NATIONA- LITE	SITUATION PAR RAPPORT au chef de ménage	STATUT MATRIMONIAL	DÉGRÉ D'INSTRUCTION	PROFESSION	Pour les personnes chômeuses, veuves, veufs, séparés : pa- tentes ou mères, indiquer le nom du pa- tron ou de l'en- trepreneur qui les em- ploie
	des maisons	des ménages	des familles										
me Bison (suite)	1 ^{er} étage	1 ^{er} étage	1 ^{er} étage	Cathelin	Louis	81	Alençon	fr	ch.	+	15-882	manœuvre	
	2 nd étage	2 nd étage	2 nd étage	May	Martine	74	Nevers	fr	A	+	10-358		
	3 rd étage	3 rd étage	3 rd étage	Sarquissian	Caroline	05	Orléans	fr	?	+	10-358	opérateur	
	4 th étage	4 th étage	4 th étage	Tourneval	Henri	96	J.	fr	ch.	1 g. de café 15-			

- ✓ A grammar validates / rejects the predictions in each column. Using dictionnaries, lists of abbreviations, and regular expressions
- ✓ The rejected fields are kept as is, and marked with a special symbol « \$ »
- ✓ Family names cannot not be rejected nor validated

Document Understanding

POPP : confiance et normalisation

Valade / martial / 09 / Gironde / ☺ / ☺ / ch / ☺ / ap. cuisinier / 18371
Cuervo / Raoul / 93 / Cuba / ☺ / ☺ / ch / ☺ / ingénieur / 12174



Noms	Prenom	Sexe	Annee de naissance	Ville de naissance	Departement de naissance	Pays de naissance	Nationalite	Etat matrimonial	Situation par rapport au chef de menage	Statut profession	Profession	Code metier
VALADE	MARTIAL	H	1909		GIRONDE	FRANCE	FRANCAISE	C	CH	APP	APPRENTI CUISINIER	18371
CUERVO	RAOUL	H	1893			CUBA	CUBA	C	CH		INGENIEUR	12174

Document Understanding

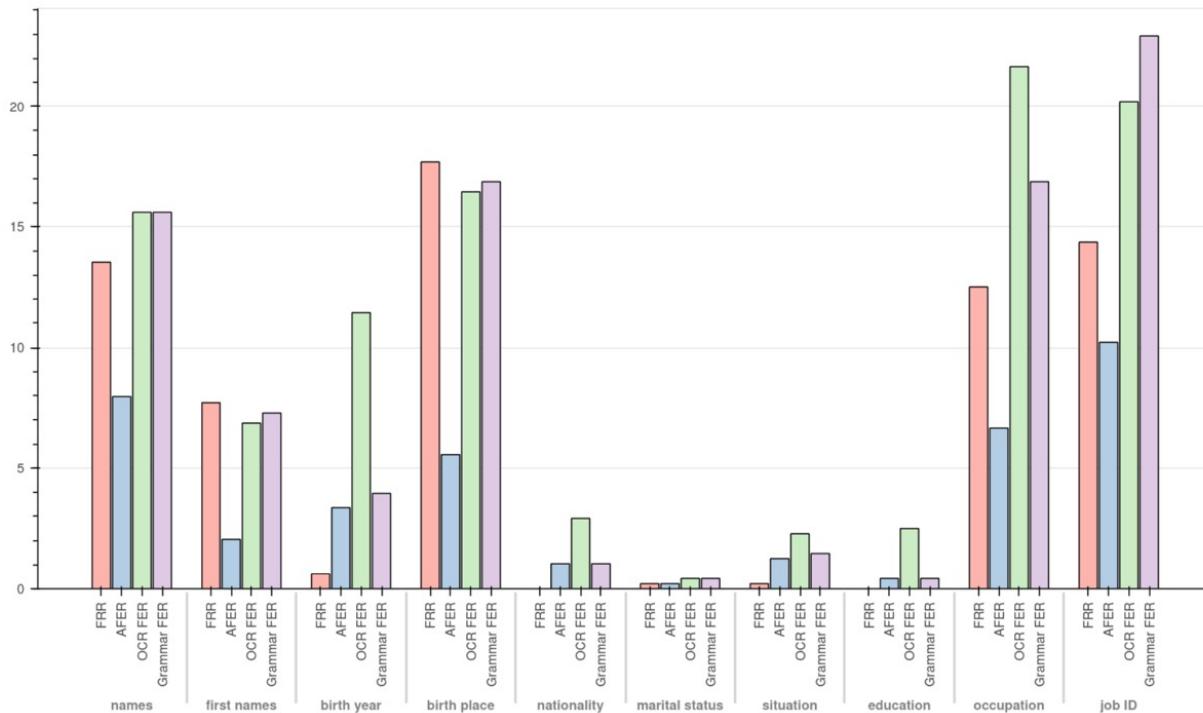
POPP Résultats

FRR: Field Rejection Rate

AFER: Accepted Field Error Rate

OCR FER

Grammar FER



Document Understanding

POPP Results

Post correction by demographers (S. Brée et al.)

- ✓ Des échantillonnages statistiques ont permis de quantifier le bruit dans les données produites
- ✓ Itérations successives entre les humanités numériques et les informaticiens au moment du dev
- ✓ Des erreurs moins fréquentes sont en cours de correction dans une étape de post-traitement

	% erreurs avant	% erreurs après correction
Prénoms	8.5%	3.5%
Date de naissance	3%	2%
Lieu de naissance	10%	0.3%
Statut matrimonial	0.7%	0.1%
Situation dans le foyer	5.4%	1.5%

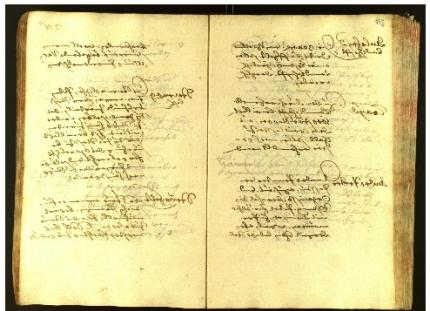
Conclusion

- ✓ Excellente compréhension du processus de construction du système Deep Learning par les démographes
- ✓ Création d'un dataset annoté très tôt
- ✓ 2 Ingénieurs année
- ✓ Plus de temps passé dans l'intégration du système de vérification que prévu

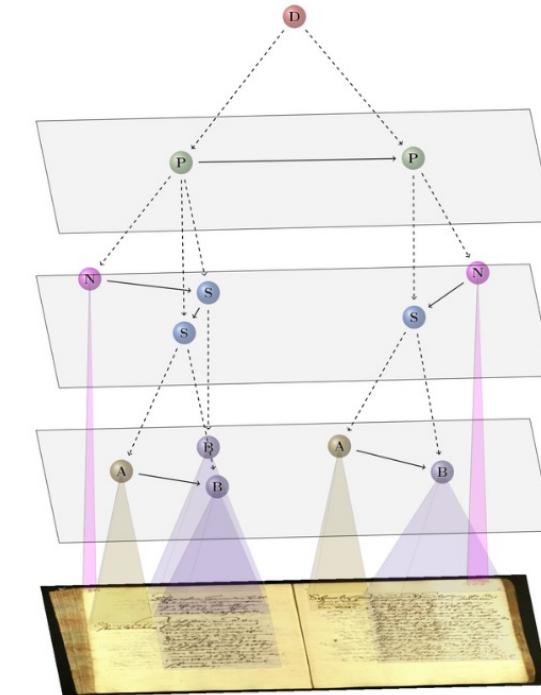
Document Understanding

End-to-end OCR

Document Attention Network : DAN



OCR
de bout en bout



```
<document>
  <page>
    <page_number>
      204
    </page_number>
    <section>
      <body>
        Schgrafer, [...] gehalt.
      </body>
    </section>
    <section>
      <annotation>
        Genneral [...] Raitung
      </annotation>
      <body>
        Auf den: [...] werden,
      </body>
    </section>
  </page>
  <page>
    <page_number>
      204
    </page_number>
    <section>
      <annotation>
        Schmalz. [...] bet:
      </annotation>
      <body>
        Verer [...] dar
      </body>
    </section>
  </page>
</document>
```

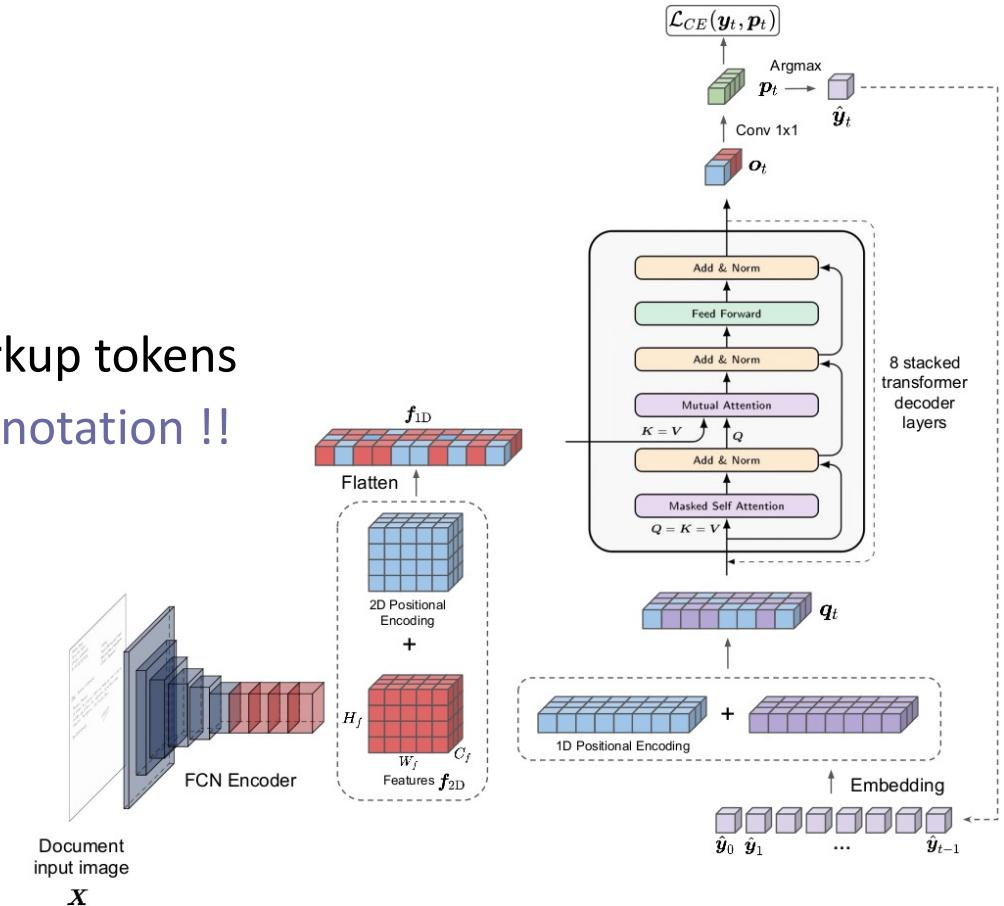
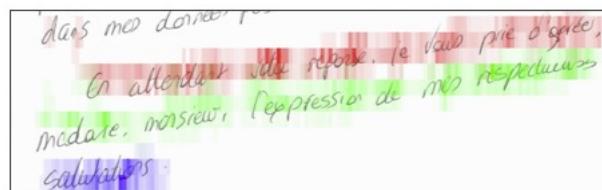
Coquenet, C. Chatelain and T. Paquet, « DAN: a Segmentation-free Document Attention Network for Handwritten Document Recognition, » in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2023, <http://doi.org/10.1109/TPAMI.2023.3235826> pre-print, <https://arxiv.org/abs/2203.12273>.

Document Understanding

End-to-end OCR

Document Attention Network : DAN

- ✓ Convolutional Encoder (same as VAN)
- ✓ Transformer decoder (2D positional encoding)
 - Predicts the sequence of characters and markup tokens
- ✓ Trained end-to-end without any localisation annotation !!



Document Understanding

Demo

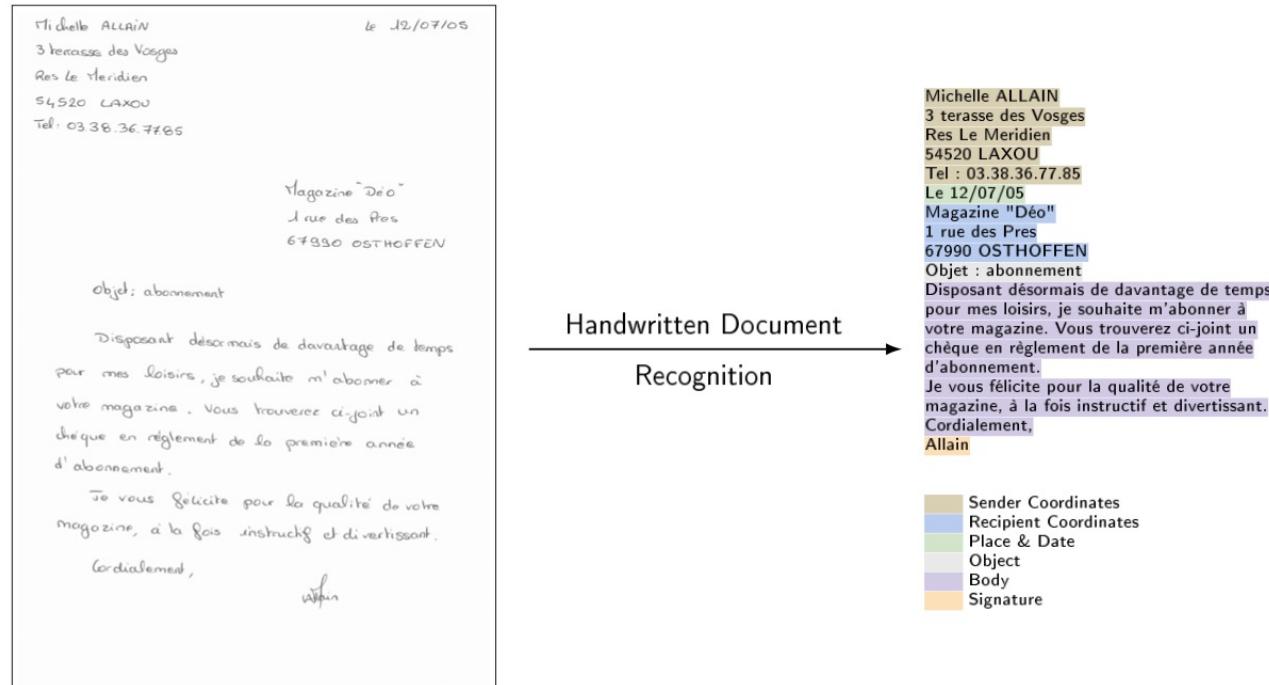
Document Attention Network : DAN

on the RIMES dataset

<https://youtu.be/HrrUsQfW66E?t=14>

Document Understanding

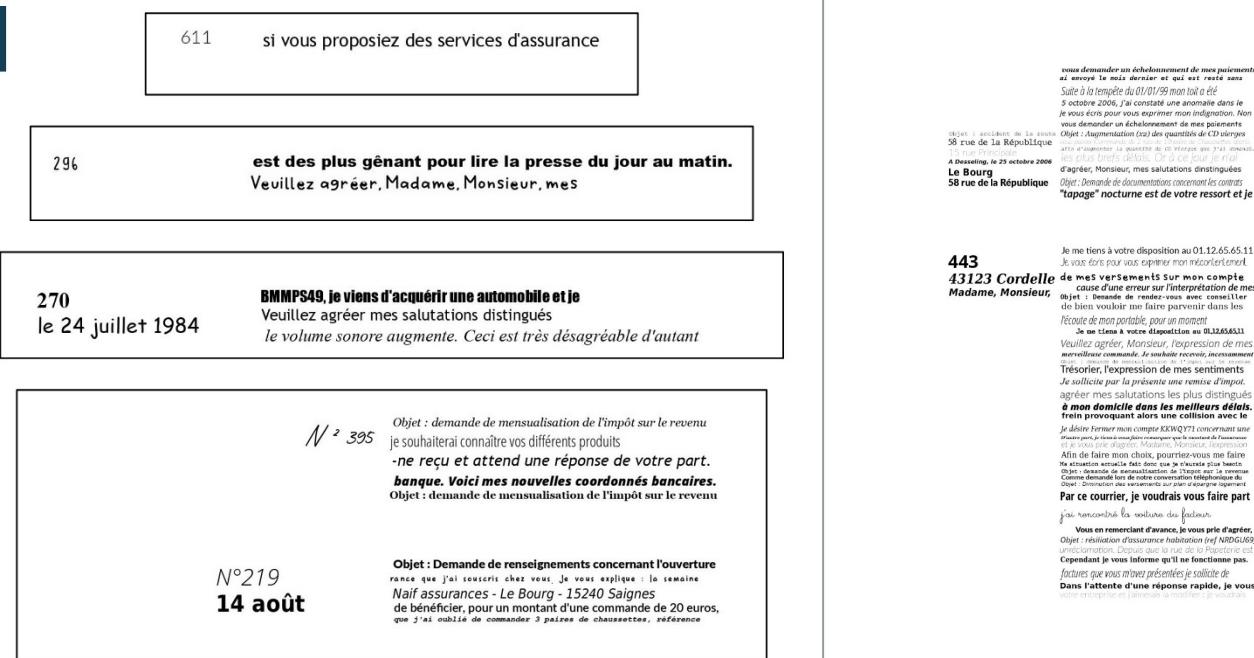
Training without any localisation groundtruth



Document Understanding

Curriculum Learning

- ✓ by increasing the complexity of the recognition
- ✓ requires many data : synthetic document generation

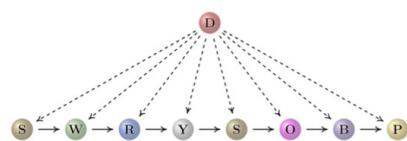


1. Pre-training the encoder on synthetic data only
2. Training the DAN on synthetic documents with increasing the number of line (1 to max_lines) and 90% of synthetic document 10% real documents
3. Continue training by decreasing the number of synthetic documents and incresing the number of real documents till 20% synthetic / 80% real

Document Understanding

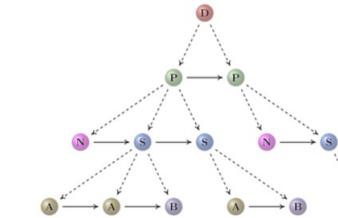
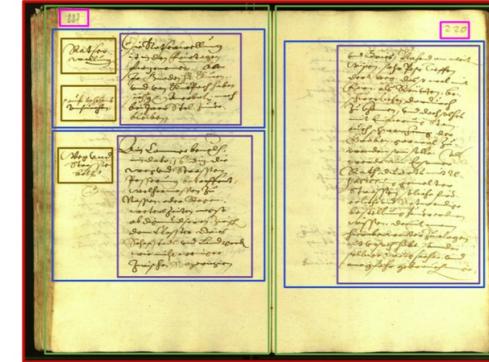
Performances

RIMES 2009



Dataset	Approach	CER ↓	WER ↓	LOER ↓	mAP _{CER} ↑	PPER ↓
Line level						
RIMES 2011 [41]	[4] FCN	3.04%	8.32%	✗	✗	✗
	[51] CNN+BLSTM ^a	2.3%	9.6%	✗	✗	✗
[41]	Ours (DAN) ^c	2.63%	6.78%	✗	✗	✗
	Paragraph level					
	[3] FCN	4.17%	15.61%	✗	✗	✗
	[1] CNN+MDLSTM ^b	2.9%	12.6%	✗	✗	✗
	[4] FCN+LSTM ^b	1.91%	6.72%	✗	✗	✗
RIMES 2009 [49]	Ours (DAN) ^c	1.82%	5.03%	✗	✗	✗
	Paragraph level					
	Ours (DAN) ^c	5.46%	13.04%	✗	✗	✗
[49]	Page level					
	Ours (DAN) ^c	4.54%	11.85%	3.82%	93.74%	1.45%

READ 2016



Approach	CER ↓	WER ↓	LOER ↓	mAP _{CER} ↑	PPER ↓
Line level					
[36] CNN+BLSTM ^a	4.66%	✗	✗	✗	✗
[43] CNN+RNN	5.1%	21.1%	✗	✗	✗
[4] FCN+LSTM ^b	4.10%	16.29%	✗	✗	✗
Ours (DAN) ^a	4.10%	17.64%	✗	✗	✗
Paragraph level					
[3] FCN	6.20%	25.69%	✗	✗	✗
[4] FCN+LSTM ^b	3.59%	13.94%	✗	✗	✗
Ours (DAN) ^a	3.22%	13.63%	✗	✗	✗
Single-page level					
Ours (DAN) ^a	3.43%	13.05%	5.17%	93.32%	0.14%
Double-page level					
Ours (DAN) ^a	3.70%	14.15%	4.98%	93.09%	0.15%

Document Understanding

Performances

Dataset	Metric	Printed				Handwritten			
		FR	EN	Mix	All	FR	EN	Mix	All
C3	# samples	0	0	0	0	42	55	0	97
	CER (%)	X	X	X	X	6.13	9.4	13.39	17.5
	WER (%)	X	X	X	X	14.83	30.69	X	20.50
C4	# samples	47	9	2	58	0	1	0	1
	CER (%)	5.39	6.8	0.86	9.4	10.93	5.05	X	12.94
	WER (%)	9.94	2.12	12.64	9.05	X	35.04	X	35.04
C3 & C4	# samples	47	9	2	58	42	56	0	98
	CER (%)	8.49	0.26	59.83	9.55	6.87	36.01	X	16.96
	WER (%)	13.96	2.95	58.71	14.44	17.84	124.51	X	56.87



* best MAURDOR results 2014, at paragraph level

Document Understanding

➤ Document Attention Network : DAN

Denis Coquenet, Towards End-to-end Handwritten Document Recognition, Thèse de l'université de Rouen Normandie, 29 sept. 2022.

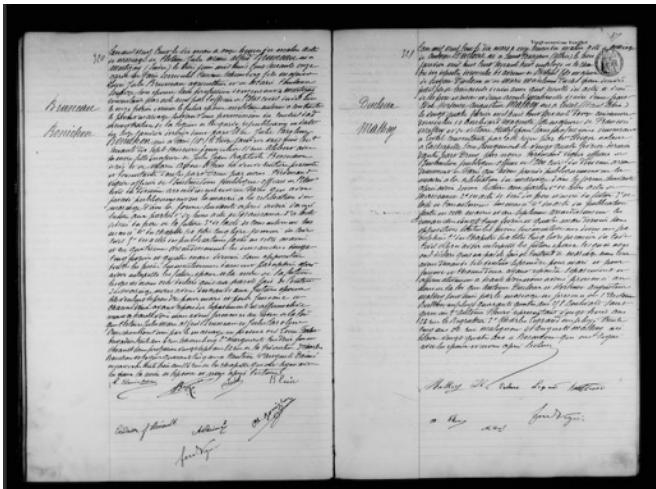


<https://arxiv.org/abs/2209.15362>

Best PhD. thesis price 2022 aworded by the French Association for Pattern Recognition (AFRIF)
http://afrif.irisa.fr/?page_id=54

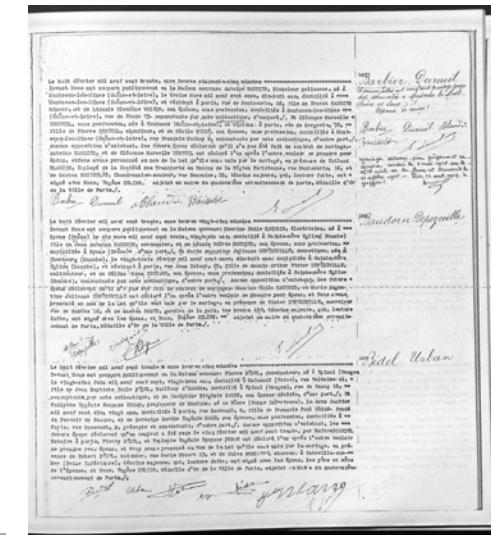
Document Understanding

- End-to-end named entity recognition in the Paris mariage certificates
EXO-POPP (avec Sandra Brée)



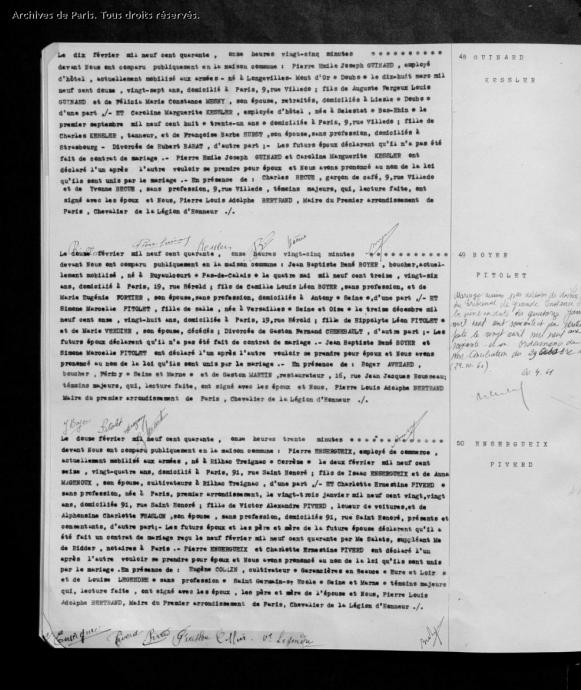
En ce mardi pour le dia mis au jour le matin acte
de mariage de **Pierre Jules Marie Alfred Bruneau** et à
Martizay (Isère) le trois juin mil huit cent quatre-vingt-onze
paroisse de Paris formant Paris Schomberg fils maçon
Pierre Jules Bruneau, agriculteur et sa femme **Marie Charlotte**

date : 10 Mars 1900
husband's first name : Clotaire
husband's family name : Bruneau
husband's place of birth : Martizay
husbands date of birth : 3 juin mille huit cent soixante onze



Document Understanding

Input document



0 0.2+
Attention weights

cer: 3.49% cer-ner: 12.32% map_ner_cer: 89.14%

Iteration: 0

1

EXOPOPP_man_tap_page_sem_named_entities/valid/archives_AD075EC_01M1940_0010-left.png

Ground truth

```

00 <page>
01 <marriage>
02 <paragraph>
03 Le dix fevrier mil neuf cent quarante, une heure trente minutes, a e * *
04 devant Nous ont comparu publiquement au mariage : Pierre BOYER, Jeune homme, né le
05 10/02/1890 à Paris, fils de Jean Baptiste BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
06 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
07 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
08 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
09 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
10 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
11 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
12 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
13 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
14 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
15 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
16 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
17 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
18 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
19 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
20 </paragraph>
21 <marriage>
22 <paragraph>
23 Le douze fevrier mil neuf cent quarante, une heure trente minutes, a e * *
24 devant Nous ont comparu publiquement au mariage : Jean Baptiste BOYER, Jeune homme, né le
25 10/02/1890 à Paris, fils de Jean Baptiste BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
26 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
27 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
28 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
29 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
30 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
31 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
32 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
33 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
34 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
35 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
36 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
37 </paragraph>
38 <marriage>
39 <paragraph>
40 Le douze fevrier mil neuf cent quarante, une heure trente minutes, a e * *
41 devant Nous ont comparu publiquement au mariage : Pierre ENGERGUEIX, employé de commerce, né le
42 10/02/1890 à Paris, fils de Jean Baptiste ENGERGUEIX et de Sophie ENGERGUEIX, domiciliés à Paris, née le
43 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
44 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
45 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
46 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
47 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
48 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
49 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
50 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
51 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
52 10/02/1890 à Paris, fille de Auguste Eugène BOYER et de Sophie BOYER, domiciliés à Paris, née le
53 10/02/1865 à Paris, veuve de Jean BOYER, et son épouse, Marguerite BOYER, née le
54 par le mariage. En présence de: Eugène BOYER, cultivateur, * Saint-Omer, Eure-et-Loir, * Louise LEGENDRE, sans profession, * Saint-Omer, Eure-et-Loir, * Marie BOYER, témoins majeurs qui, lecture faite, ont signé avec les époux, les pères et mères de l'épouse et l'époux, Pierre Louis ADRIENNE, Maire du Premier arrondissement de Paris, Chevalier de la Légion d'honneur. /-

```

Prediction

00

Fichau

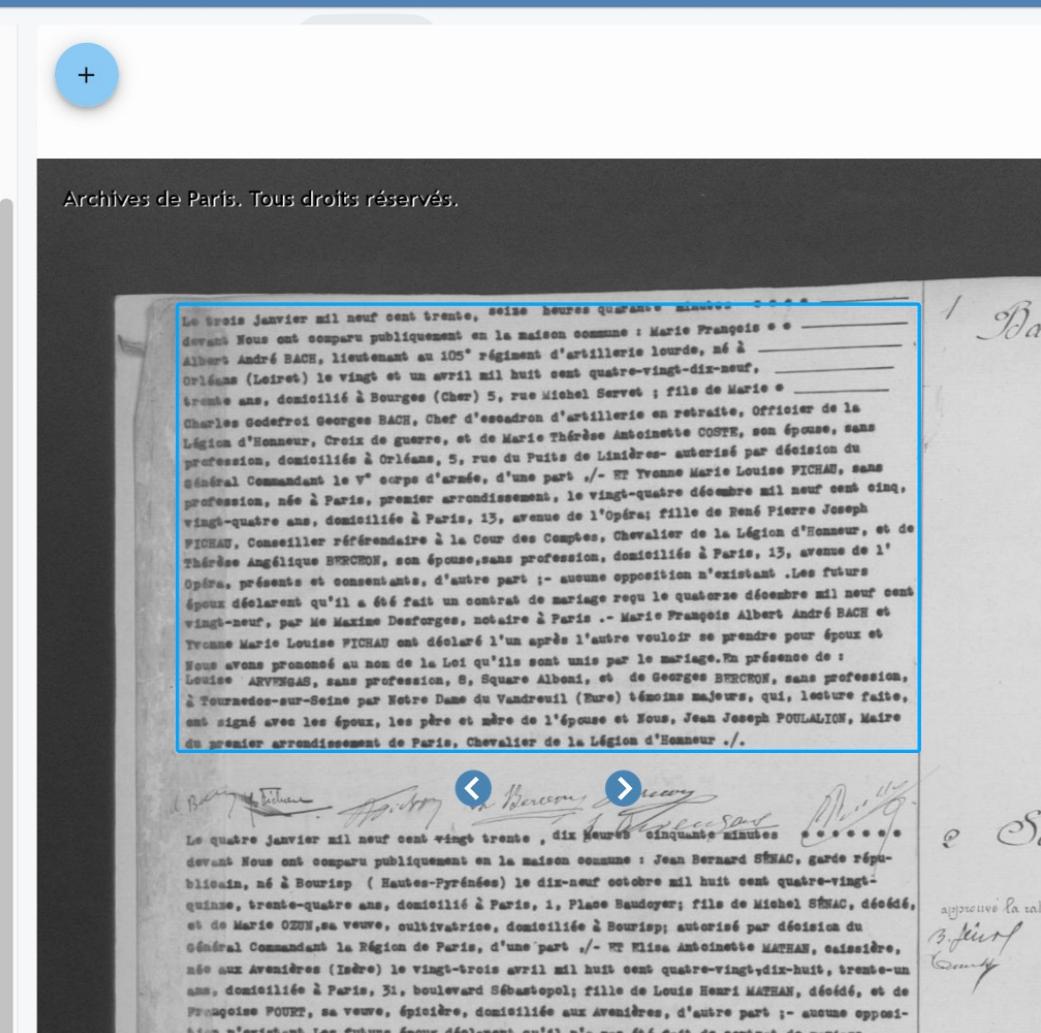
Le trois janvier mil neuf cent trente, seize heures quarante minutes * * * * devant Nous ont

ADMINISTRATIF MARI EPOUSE TÉMOIN PÈRE Filtres Annoter

Le trois janvier mil neuf cent trente, seize heures quarante minutes * * * *
 devant Nous ont comparu publiquement en la maison commune : Marie François * * * *
 Albert André BACH, lieutenant au 105° régiment d'artillerie lourde, né à Orléans (Loiret) le vingt et un avril mil huit cent quatre-vingt-dix-neuf, trente ans, domicilié à Bourges (Cher) 5, rue Michel Servet; fils de Marie * * * * Charles Godefroi Georges BACH, Chef d'escadron d'artillerie en retraite, Officier de la Légion d'Honneur, Croix de guerre, et de Marie Thérèse Antoinette COSTE, son épouse, sans profession, domiciliée à Orléans, 5, rue du Puits de Linières- autorisé par décision du Général Commandant le V^e corps d'armée, d'une part, /- ET Yvonne Marie Mouise Fichau, sans profession, née à Paris, premier arrondissement, le vingt-quatre décembre mil neuf cent cinq, vingt-quatre ans, domiciliée à Paris, 13, avenue de l'Opéra; fille de René Pierre Joseph FICHAU, Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, Chevalier de la Légion d'Honneur, et de Thérèse Angélique BERCEON, son épouse, sans profession, domiciliée à Paris, 13, avenue de l'Opéra, présenté et consentante, d'autre part ; aucune opposition n'existant. Les futurs époux déclarent qu'il a été fait un contrat de mariage reçu le quatorze décembre mil neuf cent vingt-neuf, par Me Maxime Desforges, notaire à Paris. - Marie François Albert André BACH et Yvonne Marie Louise FICHAU ont déclaré l'un après l'autre vouloir se prendre pour époux et Nous avons prononcé au nom de la Loi qu'ils sont unis par le mariage. En présence de : Louise ARVEGAS, sans profession, 8, Square Albeni, et de Georges BERCEON, sans profession, à Tournedos-sur-Seine par Notre Dame du Vaudreuil (Eure) témoins majeurs, qui, lecture faite, ont signé avec les époux, les père et mère de l'épouse et Nous, Jean Joseph POULALION, Maire du premier arrondissement de Paris, Chevalier de la Légion d'Honneur. /.

.....

Sénac Mathan
 Guérard Delyrolle
 Bertin Lombard
 Favre Baud
 Robert Gaudry



Toutes les étiquettes utilisées :

< ADMINISTRATIF MARI EPOUSE TÉMOIN PÈRE MÈRE NAISSANCE RÉSIDENCE AGE PROFESSION PRENOM NOM DÉPARTEMENT VILLE NUMÉRO VOIE TYPE VOIE NO >

Étiquettes

Rechercher

JEUX SÉLECTIONNÉS JEUX UTILISÉS ÉTIQUET >

exo-popp_1940_01_1-171 SET-3

Administratif Mari Epouse Témoin Père Mère
Naissance Résidence Divorce (acte de divorce)
Contrat de mariage Age Divorce 1ere noce Appel aux armes
Divorce (Transcription) Divorce (Jugement) Date Adresse
Profession Prenom Nom Tribunal Département Ville
Numéro voie Type voie Nom voie Année Mois Jour
Heure Minute Ex-époux Veuf Consentant Pays
Décès Absent Disparu Non dénommé

Le trois janvier mil neuf cent trente, seize heures quarante minutes * * * * _ devant Nous ont comparu publiquement en la maison commune: Marie François * * Albert André BACH, lieutenant au 105° régiment d'artillerie lourde, né à _ Orléans (Loiret) le vingt et un avril mil huit cent quatre-vingt-dix-neuf, _ trente ans, domicilié à Bourges (Cher) 5, rue Michel Servet; fils de Marie * Charles Godefroi Georges BACH, Chef d'escadron d'artillerie en retraite, Officier de la Légion d'Honneur, Croix de guerre, et de Marie Thérèse Antoinette COSTE, son épouse, sans profession, domiciliée à Orléans, 5, rue du Puits de Linières- autorisé par décision du Général Commandant le V° corps d'armée, d'une part ,/- ET Yvonne Marie Mouise Fichau, sans profession, née à Paris, premier arrondissement, le vingt-quatre décembre mil neuf cent cinq, vingt-quatre ans, domiciliée à Paris, 13, avenue de l'Opéra; fille de René Pierre Joseph FICHAU, Conseiller référendaire à la Cour des Comptes, Chevalier de la Légion d'Honneur, et de Thérèse Angélique BERCEON, son épouse, sans profession, domiciliée à Paris, 13, avenue de l' Opéra, présenté et consentante, d'autre part ; aucune opposition n'existant. Les futurs époux déclarent qu'il a été fait un contrat de mariage reçu le quatorze décembre mil neuf cent vingt-neuf, par Me Maxime Desforges, notaire à Paris .-Marie François Albert André BACH et Yvonne Marie Louise FICHAU ont déclaré l'un après l'autre vouloir se prendre pour époux et Nous avons prononcé au nom de la Loi qu'ils sont unis par le mariage. En présence de: Louise ARVEGAS sans profession & Square Albeni et de Georges BERCEON sans

Jeux d'étiquettes

MES JEUX JEUX PUBLICS

Document Understanding

➤ Conclusion

- A stimulating domain between Computer vision et Languge Processing
- Deep learning recent advences
- Document Understanding a reality to come
- Scaling to Very Large Language Models : User interaction (Chatt-like) with images
- Lack of annotated datasets layout & text & NER
- Documents are complex objects
 - Understanding what ?
 - tables
 - équations
 - texts
 - collections : Yearbooks, time series, newspapers

References

1. Devlin, J., Chang, M-W., Lee, K., Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding.
2. Andonian, A., Anthony, Q., Biderman, S. et al. (2021). GPT-NeoX: Large Scale Autoregressive Language Modeling in PyTorch.
3. Akbik, Alan and Blythe, Duncan and Vollgraf, Roland, Contextual String Embeddings for Sequence Labeling, Proceedings of the 27th International Conference on Computational Linguistics, 2018.
4. Anoop R. Katti, Christian Reisswig, Cordula Guder, Sebastian Brarda, Steffen Bickel, Johannes Höhne, and Jean Baptiste Faddoul. Chargrid : Towards understanding 2d documents. CoRR, abs/1809.08799, 2018.
5. Yang Xu, Yiheng Xu, Tengchao Lv, Lei Cui, Furu Wei, Guoxin Wang, Yijuan Lu, Dinei F. Florêncio, Cha Zhang, Wanxiang Che, Min Zhang, and Lidong Zhou. Layoutlmv2 : Multi-modal pre-training for visually-rich document understanding. CoRR, abs/2012.14740, 2020.
6. Teakgyu Hong, Donghyun Kim, Mingi Ji, Wonseok Hwang, Daehyun Nam, and Sungrae Park. BROS : A layout-aware pre-trained language model for understanding documents. CoRR, abs/2108.04539, 2021.
7. Timo I. Denk, Christian Reisswig, BERTgrid: Contextualized Embedding for 2D Document Representation and Understanding, Document Intelligence" workshop of 33rd Conference on Neural Information Processing Systems (NeurIPS 2019), Vancouver, Canada, 2019.
8. Geewook Kim, Teakgyu Hong, Moonbin Yim, Jinyoung Park, Jinyeong Yim, Wonseok Hwang, Sangdoo Yun, Dongyoon Han, and Seunghyun Park. Donut : OCR-free Document understanding transformer, ECCV, pp 498–517, 2022, <http://arxiv.org/abs/2111.15664>.
9. Brian Davis, Bryan Morse, et al., End-to-end Document Recognition and Understanding with Dessert, 2022, <https://arxiv.org/abs/2203.16618>.
10. K Lee, Mandar Joshi, et al. , Pix2Struct: Screenshot Parsing as Pretraining for Visual Language Understanding, 2022, <https://arxiv.org/abs/2210.03347>.
11. Minesh Mathew, Dimosthenis Karatzas, C. V. Jawahar, "DocVQA: A Dataset for VQA on Document Images", <https://arxiv.org/abs/2007.00398> , WACV 2021.
12. Minesh Mathew, Ruben Tito, Dimosthenis Karatzas, R. Manmatha, C.V. Jawahar, "Document Visual Question Answering Challenge 2020", <https://arxiv.org/abs/2008.08899>, DAS 2020.
13. "The BnF DataLab, a Service for Researchers in Digital Humanities", *Humanités numériques*, 4/2021, <https://journals.openedition.org/revuehn/2684?lang=en>
14. Dosovitskiy, Alexey, et al. "An image is worth 16x16 words: Transformers for image recognition at scale." *arXiv preprint arXiv:2010.11929* (2020).
15. Poli, Michael, et al. "Hyena Hierarchy: Towards Larger Convolutional Language Models." *arXiv preprint arXiv:2302.10866* (2023).

References from LITIS

1. Coquenet, C. Chatelain and T. Paquet, « DAN: a Segmentation-free Document Attention Network for Handwritten Document Recognition, » in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2023, <http://doi.org/10.1109/TPAMI.2023.3235826> pre-print, <https://arxiv.org/abs/2203.12273>.
2. Mélodie Boillet, Christopher Kermorvant, Thierry Paquet, Robust Text Line Detection in Historical Documents: Learning and Evaluation Methods, International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR) volume 25, pages 95–114 (2022).
3. Denis Coquenet, Clément Chatelain, and Thierry Paquet, End-to-end Handwritten Paragraph Text Recognition Using a Vertical Attention Network, IEEE-PAMI , Vol.45 n° 1 , pp. 508-524, jan. 2023. <http://doi.org/10.1109/TPAMI.2022.3144899> , pre-print <https://arxiv.org/abs/2012.03868>
4. Yann Soullard, Pierrick Tranouez, Clément Chatelain, Stéphane Nicolas, Thierry Paquet, Multi-scale Gated Fully Convolutional DenseNets for semantic labeling of historical newspaper image, Pattern Recognition Letters, Pages 435-441 Volume 131, March 2020. <https://doi.org/10.1016/j.patrec.2020.01.026>.
5. G. Renton, Y. Soullard, C. Chatelain, S. Adam, C. Kermorvant and T. Paquet, Fully Convolutional Network for Handwritten text line segmentation, IJDAR, Volume 21, Issue 3, pp. 177–186, September 2018.
6. K. Ait Mohand, T. Paquet, N. Ragot. "Combining structure and parameter adaptation of HMMs for printed text recognition" IEEE PAMI, Vol. 36 , n°9, pp. 1716 – 1732, 2014.
7. Lecture et compréhension de courriers manuscrits sur la base RIMES 2009 : <https://youtu.be/HrrUsQfW66E>
8. Lecture et compréhension de documents manuscrits sur la base READ2016 : Doubles pages : <https://youtu.be/cvm3QsU4hsU>