Déchiffrer l'imagerie des monnaies celtiques à l'aide de la reconnaissance automatique des images

David Wigg-Wolf[1], Caroline von Nicolai[1], Kerstin P. Hofmann[1], Karsten Tolle[2], Markus Möller[1], Chrisowalandis Deligio[2], Katja Rösler[1], Julia Tietz[1]

Le projet ClaReNet : Classifications and Representations for Networks. From types and characteristics to linked open data for Celtic coinages

Le projet étudie les motifs des monnaies celtiques à l'aide de la reconnaissance automatique des images. A ce propos, trois séries monétaires ont été choisies :

1) les quinaires au rameau (*Büschelquinare*), utilisés ici pour présenter les méthodes et les objectifs du projet ;

2) les monnaies à la croix du sud-ouest de la France ;

3) les monnaies des Coriosolites, notamment le dépôt de Châtillon II retrouvé sur l'île de Jersey.

Les quinaires au rameau

Fig. 1 : Du prototype (à gauche) au type E (à droite) où la tête s'est transformée en un un rameau ou tourbillon abstrait (Kreisarchäologie Deggendorf/Bavière; photo : C. von Nicolai/RGK).

Les quinaires au rameau se trouvent avant tout en Bavière, au Bade-Wurtemberg, en Suisse et en Autriche mais quelques exemplaires sont également localisés en République Tchèque, en Slovaquie, en Thuringe, en Rhénanie-Palatinat, en France et au Luxembourg. Ils se caractérisent par le rameau ou le tourbillon qui orne l'avers de certains types. Ce tourbillon est considéré comme une abstraction des boucles de cheveux de la tête stylisée sur le prototype de cette série (fig. 1). Ces quinaires, en particulier l'image de l'avers, passent par plusieurs étapes d'abstraction progressive : dans un premier temps, des têtes aux cheveux bouclés sont encore reconnaissables en tant que telles (fig. 3, prototype et type A), ensuite le visage est remplacé par un motif de tourbillon ou de touffe (fig, 3, type E) ou encore de rameau (fig. 3, type H). Le revers représente un cheval bondissant, souvent des symboles et parfois aussi des légendes latines. Les quinaires au rameau sont généralement en argent mais certains ont un noyau en cuivre ou en fer. Ils pèsent environ 1,6 à 1,8 g et datent entre 125 et 25 av. J.-C. Pour le projet ClaReNet, un corpus d'environ 2000 exemplaires a été rassemblé (fig. 2).

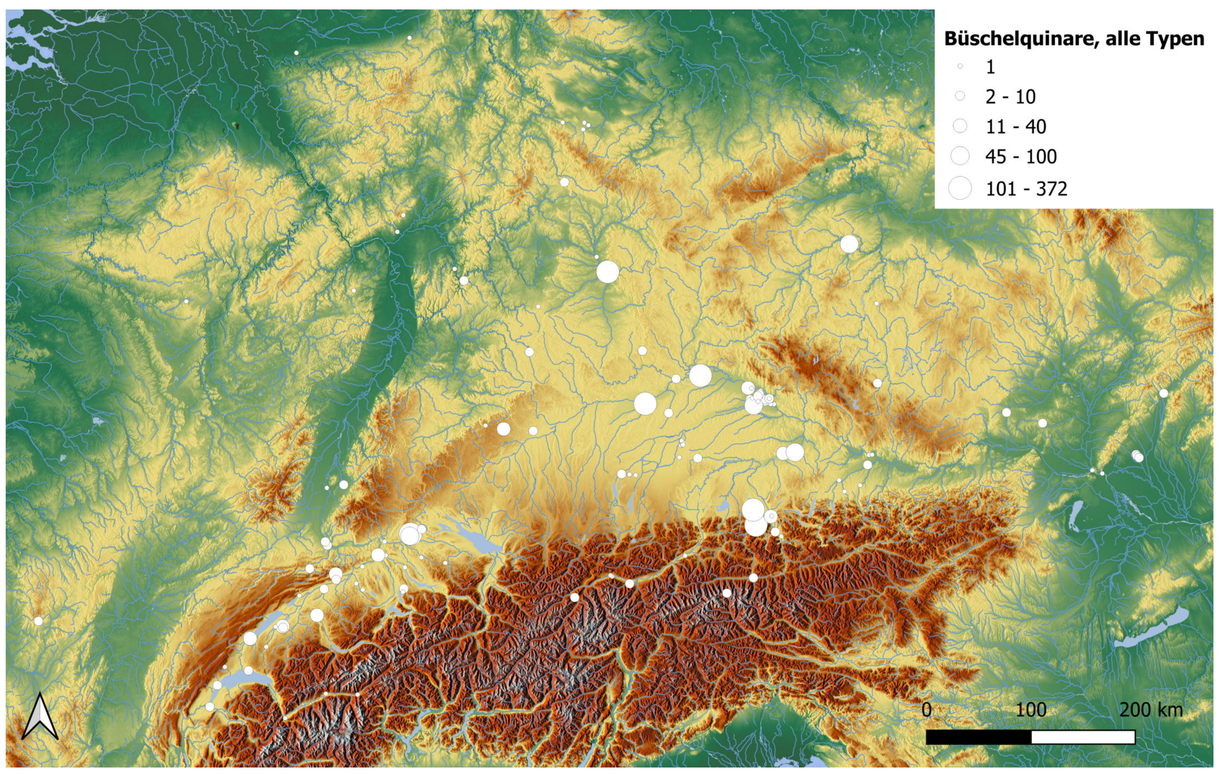

Fig. 2 : Répartition des quinaires au rameau. Le dépôt de Neuses contient le nombre de 372 exemplaires (carte : C. von Nicolai/RGK; données : Maps-for-free, GIS-Lab).

Méthodes

Ces monnaies sont étudiées à l'aide de deux méthodes issues du domaine de l'apprentissage automatique : 1) l'apprentissage supervisé et 2) l'apprentissage non-supervisé, ou une combinaison des deux. Aujourd'hui, les réseaux neuronaux convolutifs (*CNN*) sont les algorithmes les plus utilisés et connaissent un grand succès dans le domaine de la classification des images. Un CNN se compose de plusieurs couches qui permettent de reconnaître et d'apprendre des caractéristiques de manière autonome.

Dans le cas de l'apprentissage supervisé, il existe un ensemble de données qui possède déjà une vérité de base (*ground truth*). C'est-à-dire la réponse souhaitée est connue, par exemple une répartition en classes établiee par les numismates. La tâche consiste ici à attribuer des images à un ensemble prédéfini de classes.

L'apprentissage non-supervisé est plus complexe car il existe une quantité d'images qui soit ne possèdent pas de vérité de base, soit ne l'utilisent pas. Par conséquent, le modèle doit déduire et apprendre de manière autonome des caractéristiques ou des règles à partir de l'ensemble de données afin de générer une réponse. Les algorithmes de *clustering*, qui regroupent les données sur la base de caractéristiques communes, se prêtent à cette approche. Il en résulte des groupes qui, selon l'intelligence artificielle, présentent une similitude entre eux et doivent être considérés et évalués par les numismates. De nouvelles approches combinent les CNN et les algorithmes de cluster afin d'utiliser la puissance des CNN également dans le domaine de l'apprentissage non supervisé.

Fig. 3 : Classification des quinaires à l'aide de l'apprentissage automatique (Photos et graphique : C. von Nicolai/RGK).

Objectifs

Contrairement aux autres séries monétaires étudiées par le projet, les images monétaires des quinaires au rameau ont évalué progressivement et sans ruptures, ce qui représente un défi particulier pour le processus d'apprentissage automatique. Il est donc prévu de comparer les différentes typologies existantes en utilisant des techniques divers de *clustering* et de classification. La reconnaissance automatique des motifs est particulièrement intéressante en ce qui concerne, d'un côté, les symboles accompagnant les motifs principaux sur le revers (croix, torque, bouclier, roue, serpent, boules, epsilon, lambda...), et de l'autre, les différences régionales et chronologiques. À l'inverse d'autres objets d'art datant de La Tène finale, qui montrent une évolution vers un mode de représentation plus réaliste, les images monétaires deviennent de plus en plus abstraits au fil du temps. Pouvoir déchiffrer ce monde d'images à travers l'intelligence artificielle est un grand atout de ce projet de recherche.

Pour en savoir plus

C. von Nicolai et al., Künstliche Intelligenz für die Numismatik? Digitalisierung und automatisierte Klassifikation keltischer Münzen im Verbundprojekt ClaReNet. Geldgeschichtliche Nachrichten 57/320, 2022, 69-74.

Visitez notre blog : https://clarenet.hypotheses.org/

[1] **Commission Romano-Germanique de l'Institut Archéologique Allemand**, Palmengartenstraße 10-12, 60325 Frankfurt, Allemagne

[2] **Big Data Lab**, Goethe-Universität Frankfurt, Robert-Mayer-Str. 10, 60325 Frankfurt am Main, Allemagne

Contact : info.clarenet@dainst.de

DEUTSCHES ARCHÄOLOGISCHES INSTITUT
RÖMISCH-GERMANISCHE KOMMISSION

GOETHE UNIVERSITÄT FRANKFURT AM MAIN

GEFÖRDERT VOM
Bundesministerium für Bildung und Forschung