



UMR

IRISA

Projet Imag'In IRMA

Imagerie et InteRactions Multi-modales pour l'Archéologie

Théophile Nicolas

Inrap, UMR 8215 Trajectoires

Bruno Arnaldi

Insa Rennes, IRISA, Inria Rennes

Valérie Gouranton

Insa Rennes, IRISA, Inria Rennes

Ronan Gaugne

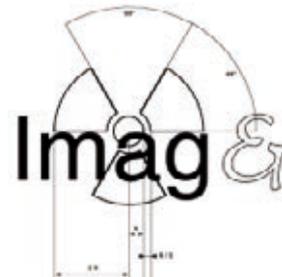
Univ. Rennes 1, IRISA, Inria Rennes

Le projet IRMA - Contexte

Une **collaboration SHS – STIC** autour de cas réels d'étude

- archéologues (CreAAH et Inrap)
- chercheurs en informatique (IRISA / Centre Inria Rennes Bretagne Atlantique)

■ Partenaires



Joint Research Lab in Informatics in Brittany of:



4 sites, 752 people

- 40 research teams
- Top level research leaders (ERC, IUF...),
- Over 80 PhD thesis/year
- 1000 publications/year
- Strong involvement in Labex Cominlab, IRT B-com, KIC EIT Digital

■ Wide range of topics addressed

1. Large scale systems
2. Networks
3. Architecture
4. Languages & Software Engineering
5. Digital Signals & Images, Robotics
6. **Media and Interactions**
7. Data and Knowledge Management

■ Cross-cutting axis

- CyberSecurity
- Green IT & Green by IT
- Environment
- Health
- Drones
- **Cultural Heritage and Art**



Institut National de Recherches Archéologiques Préventives

L'Inrap a été créé en 2002 en application de la loi de 2001 sur l'archéologie préventive.



Il assure la détection et l'étude du patrimoine archéologique touché par les travaux d'aménagement du territoire. Il exploite et diffuse les résultats de ses recherches auprès de la communauté scientifique et concourt à l'enseignement, à la diffusion culturelle et à la valorisation de l'archéologie auprès du public.

-Tutelles: ministères de la Culture et de la Communication et de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

-2 000 collaborateurs et chercheurs

- avec 40 centres de recherches, l'Inrap est présent sur tout le territoire métropolitain, en Guyane, Guadeloupe et Martinique.

-En 2014: 1752 diagnostics, 222 fouilles, 630 publications scientifiques

-Un institut de recherches sans équivalent en Europe.



CReAAH - "Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences, Histoire"



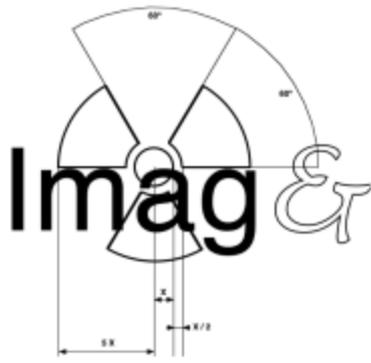
- **3 sites, Rennes, Nantes, Le Mans, 7 tutelles**
- **Constituée de 5 laboratoires**
 - Laboratoire archéosciences (Rennes 1)
 - LAHM (Rennes 2)
 - Lara (Nantes)
 - Polen (Nantes)
 - CESAM (Le Mans)

L'organisation scientifique du CReAAH est structurée autour de trois équipes.

- Archéologie et Anthropologie sociale, Préhistoire et Protohistoire de l'Europe atlantique
- Équipe 2 - Archéologie et Histoire : Antiquité et Moyen Âge
- Équipe 3 - Techniques, Environnements, Ressources

6 thèmes transversaux diachroniques et interdisciplinaires.

- TT1 : Occupation et exploitation du littoral
- TT2 : Sociétés, milieux et climats
- TT3 : Roches et sociétés
- TT4 : La céramique : production, diffusion et destination
- TT5 : Histoire du feu
- TT6 : Mines et métallurgie



Mordelles

La société Image ET exploite un scanner à rayons X dédié aux diagnostics industriels, expertise d'objets d'arts et archéologiques.

Image ET propose également des services de formations sur les modalités d'imagerie médicale, dont le logiciel open-source Osirix dont Il est membre actif.



Le projet IRMA - Objectifs

- **Proposer des méthodologies innovantes pour le patrimoine archéologique**
 - Basée sur des technologies d'imagerie avancées (tomodensitométrie, μ -tomographie, lasergrammétrie, photogrammétrie...)
 - Restitutions 3D interactives physiques et virtuelles
 - Réalité virtuelle, augmentée, mixte
 - Impressions 3D complexes
 - Interactions tangibles



Urne funéraire (Guipry)



Centaure en bronze (Chateaugiron)



Poids (Ossé) et balance (Parville) © H. Paitier, Inrap



Méthodologie

Artéfact Archéologique en contexte



Numérisation



Données numériques

Traitement de données

Evaluation / utilisation
Par les experts

Impression 3D de l'artéfact
archéologique

Interactions en réalité virtuelle,
augmentée et mixte

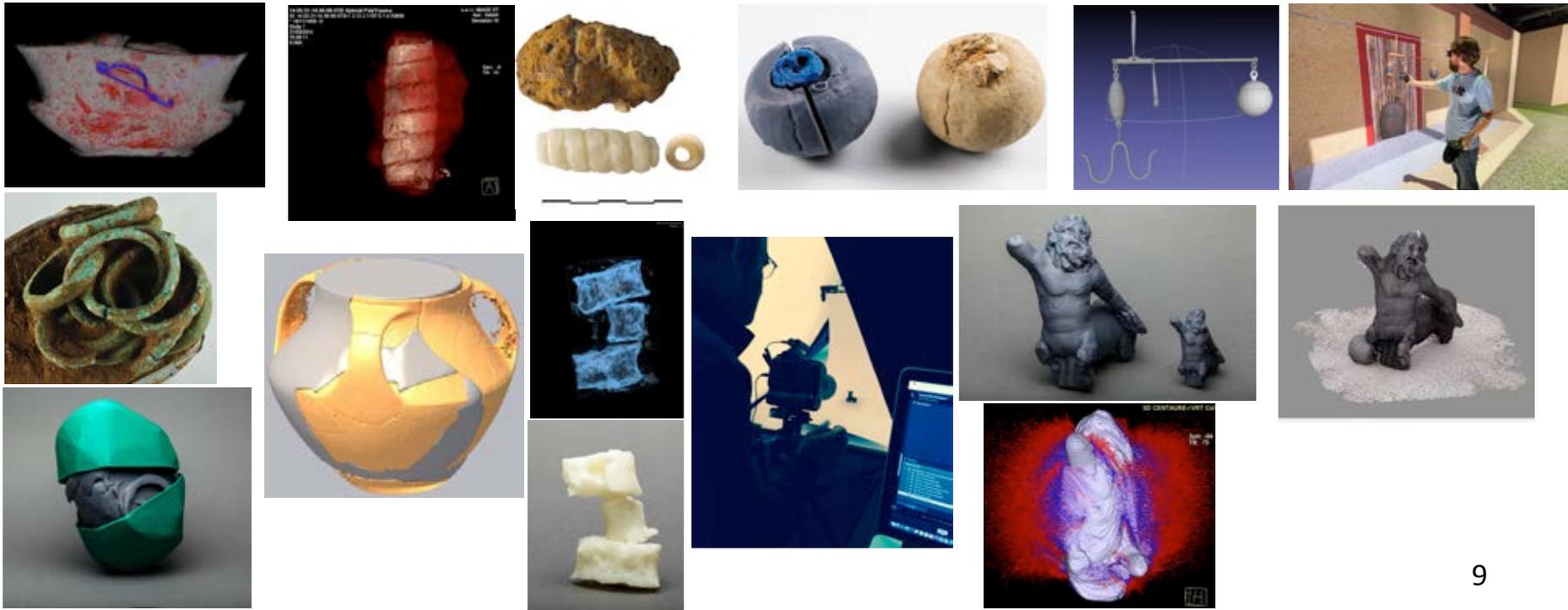
Développement /
production

Données 3D



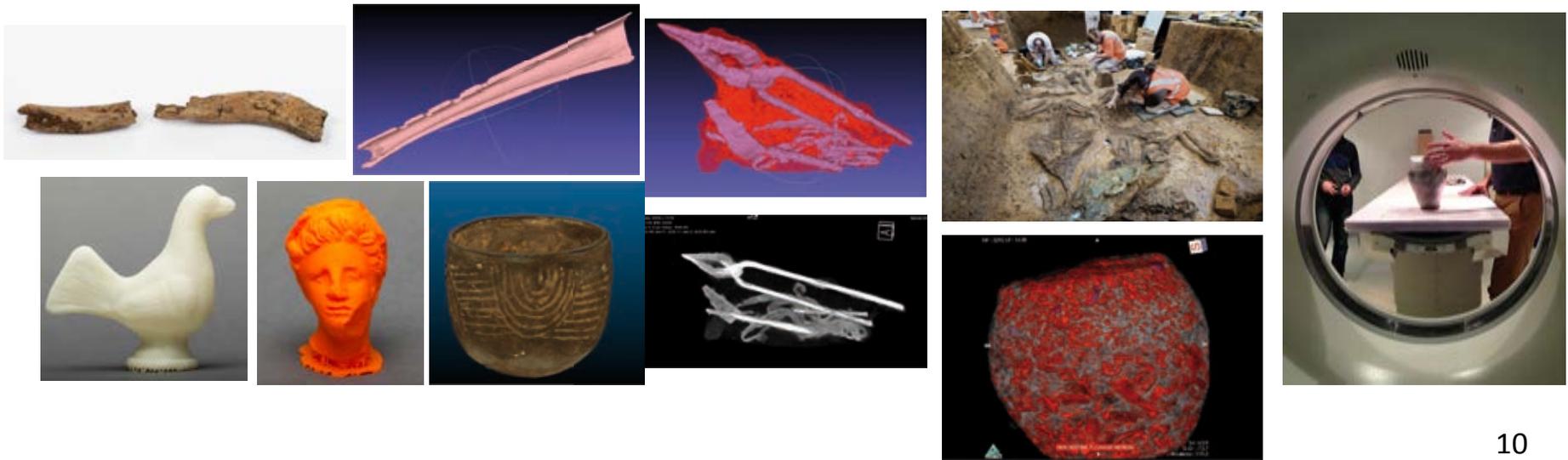
Cas d'étude (1/2)

Cas d'étude	Participants	S
Urne Funéraire de Guipry	Inrap, IRISA, Image ET, ENS, <i>Université de Tsukuba</i> , CADIndus	
Scorie de la Salmondière	Inrap, Image ET, IRISA, ENS	
Poids et Balance Ossé	Inrap, IRISA, Image ET, CReAAH	
Dépôt de bracelets de Trégueux	Inrap, Image ET, IRISA	
Vase de Pen An Ale	Inrap, CReAAH, IRISA	
Céramique de Rezé	Inrap, CReAAH, IRISA	
Urne Funéraire de Saint-Pair	Inrap, Image ET, IRISA	
Centaure de Chateaugiron	Inrap, Image ET, IRISA	



Cas d'étude (2/2)

Cas d'étude	Participants	S
Clavicule de Beg Er Vil	CRéAAH, Image ET, IRISA, ENS, <i>CRT Morlaix</i>	Orange
Flûte en os	CRéAAH, IRISA, ENS, <i>Univ. Bourgogne, CRT Morlaix</i>	Orange
Amas d'outils Plumaugat	Inrap, IRISA, Image ET	Orange
Tombe à char Warcq	Inrap, Image ET	Red
Poule en argile	Inrap, CRéAAH, IRISA, <i>Boreal 3D</i>	Green
Tête de Mercure	Inrap, CRéAAH, IRISA, <i>Boreal 3D</i>	Green
Céramique de Kerugou	Inrap, CRéAAH, IRISA, <i>Boreal 3D</i>	Green
Incinération de Bono	Inrap, Image ET	Green
Urne Trébeurden	CRéAAH, Image ET	Green
Chaudron de Saint-Dizier	Inrap, Image ET	Green

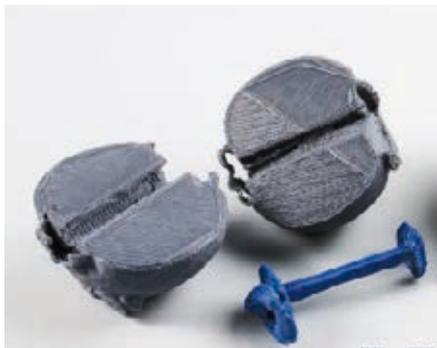
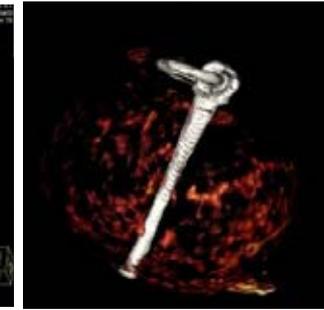
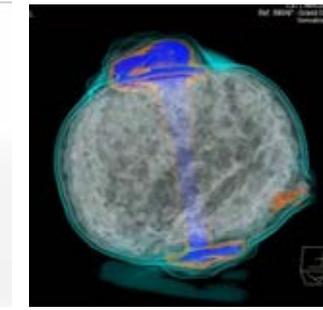


Des résultats

Ossé La Claraiserie (Ille-et-Vilaine) Ro : J. Le Gall

Exploitation agricole du II^e-I^{er} siècles avt. notre ère, Dépôt objets métalliques

- Analyse par tomodensitométrie du poids
- Segmentation et génération de modèles 3D
- Impression du poids "démontable"
- Impression du poids pour interaction tangible
- Modélisation de la balance
- Visualisation interne du poids en réalité augmentée
- Implémentation Réalité Virtuelle avec interface tangible

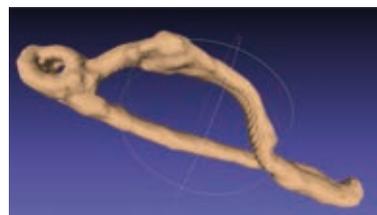
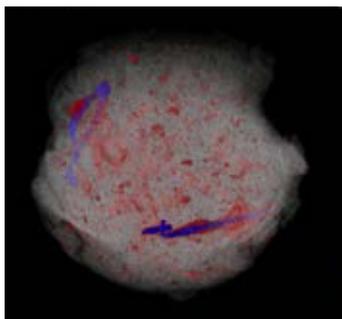
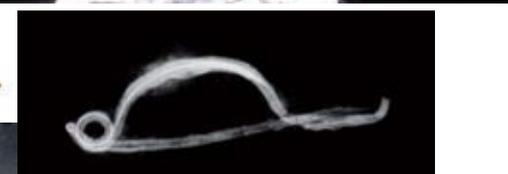


Des résultats

Guipry La Bizaie (Ille-et-Vilaine) Ro : L. Aubry

Enclos funéraire du VIe-VIIe siècles av. notre ère, incinérations

- Analyse par tomodensitométrie
- Segmentation et génération de modèles 3D
- Impression d'un élément interne
- Impression globale en transparence
- Implémentation Réalité Virtuelle ZSpace
- Implémentation Réalité Augmentée (Japon, en cours)



Clavicule de Ber Er Vil

Etude du plus vieil os trouvé en Bretagne (6200 av. JC)

RO : Grégor Marchand (CNRS/CreAAH)

- Numérisation par photogrammétrie
- Tomodensitométrie, puis μ -tomodensitométrie
- Reconstruction 3D, reconstitution de l'os en 1 seul morceau
- Impression 3D des fragments d'os et de l'os reconstitué
- Etude en cours des éléments 3D physiques et numériques par un anthropologue



Flûte en os

Etude d'une reconstitution d'une flûte en os

RO: Etienne Safa (Univ. De Bourgogne)

- Numérisation par μ -tomodensitométrie
- Reconstruction 3D
- Impressions 3D en dépôt de fil fondu et en résine
- Etude acoustique en cours des différentes reconstitutions de la flûte



Publications, diffusion, valorisation

Publications

- Barreau J.-B., Nicolas T., Bruniaux G., Petit E., Petit Q., Bernard Y., Gagne R., Gouranton V., Photogrammetry Based Study of Ceramics Fragments. In International Journal on Heritage in the Digital Era, dec. 2014 3:4, pp643-656
- T. Nicolas, R. Gagne, C. Tavernier, V. Gouranton, B. Arnaldi, Preservative approach to study encased archaeological artefacts, In Proceedings of International Conference on Cultural Heritage, Lecture Notes in Computer Science 8740, Limassol, Cyprus, November 2014, pp332-341.
- T. Nicolas, R. Gagne, C. Tavernier, Q. Petit, V. Gouranton, B. Arnaldi, Touching and Interacting with Inaccessible Cultural Heritage, In Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 24 (3), 2015.
- T. Nicolas, R. Gagne, C. Tavernier, V. Gouranton, B. Arnaldi, , Tomography and 3D printing for the study of archaeological artefacts, Cambridge Scholars Publishing, 2015, in press

Communications

- Les technologies d'imagerie médicale appliquée à l'étude des incinérations ; séminaire de l'UMR 8215 Trajectoire 13 mars 2015 Théophile Nicolas
- Les technologies d'imagerie médicale et de fabrication additive au service de l'archéologie ; séminaire spécialisé : méthodes et approches nouvelles master 2 archéologie des sociétés Université de Nantes 16 octobre 2015 Théophile Nicolas
- Les technologies d'imagerie médicale et de fabrication additive au service de l'archéologie ; rencontre internationales d'archéologie de Besançon 17 octobre 2015 Ronan Gagne et Théophile Nicolas

Médiation scientifique

- Un atelier « réalité virtuelle, 3D et archéologie » en partenariat avec l'Inrap a été proposé aux Journées Nationales de l'Archéologie en juin 2015

Retours d'expérience et valeur ajoutée

Des défis scientifiques pour la réalité virtuel, augmentée et mixte :

- Permettre d'interagir avec des objets volumique/surfacique multi-échelle
- interaction avec les objets tangible / réalités mixtes
- Perception : spécificité de l'archéologue comme utilisateur
- Etude de l'objet, sa perception dans le virtuel jusqu'à sa fonction
- Vers le tactile et l'haptique
- interaction à l'échelle 1, déplacement physique et proprioception
- Humain virtuel

- **Reste à adapter ses technologies orientées pour le contexte médical (interface, ...)**
- **3D changement de paradigme pour l'archéologue**

Des outils de recherches adaptés à l'archéologie :

- Non destructif
- Permet d'analyser des artefacts non visible
- Visualiser et manipuler des artefacts inaccessibles
- Sauvegarde virtuelle permanente de l'artefact avant intervention
- Support/soutien aux opérations de fouille (incinérations) ou de restauration (état des matériaux, ...)
- Remise en contexte et interaction
- Ouvre de nouvelles perspectives de recherches