

# VISPro: VISual automatic recognition of objects on FPGA platforms for the design of augmented neuro- PROstheses”

Jenny Benois-Pineau (LABRI), Peter Szolgay (PPCU)

université  
de **BORDEAUX**



# Sommaire

- 1. Contexte et problématique du projet
- 2. Architecture d'analyse visuelle VISPRO
- 3. L'analyse égocentrée
- 4. Principe de la mise en correspondance des objets à saisir
- 5. Développement d'architectures
- 6. Conclusion and Perspectives
- 7. Master EMJD IPCV

# 1. Contexte et problématique du projet

- Les amputés du membre supérieur représentent environ 15 % de l'ensemble des amputés\*
- On estime en France leur nombre entre 8 000 et 15 000. Ce sont des gens jeunes, exerçant une activité professionnelle : deux tiers auraient moins de 40 ans.
- Les neuroprothèses contrôlés par des signaux électriques des muscles ont considérablement progressé depuis la dernière décennie
- Leur coût reste élevé

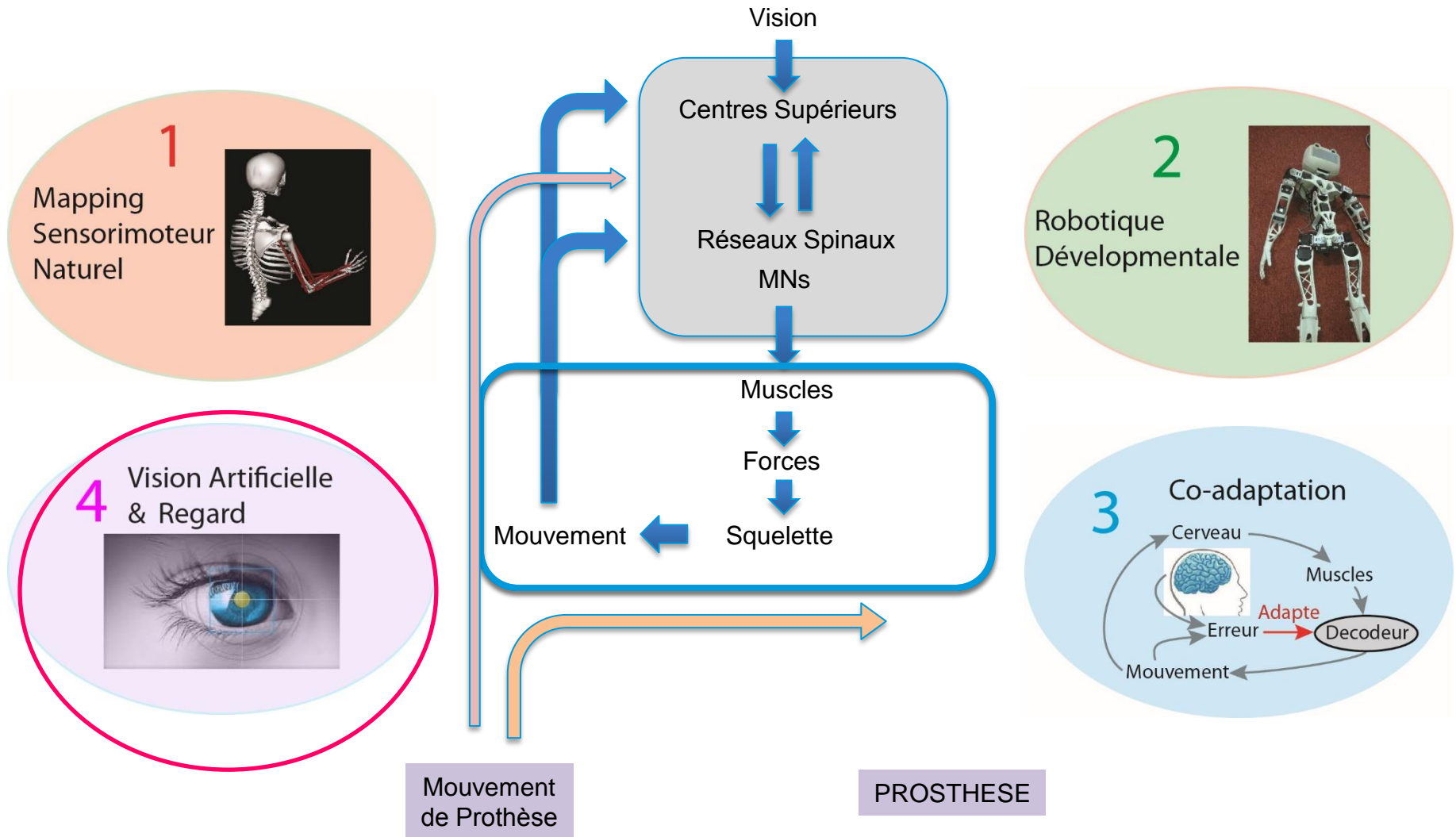


\*<https://www.adepa.fr/>

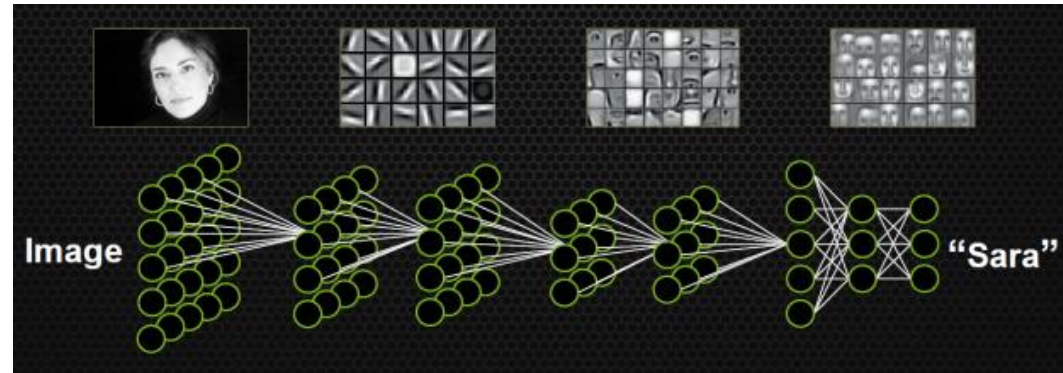
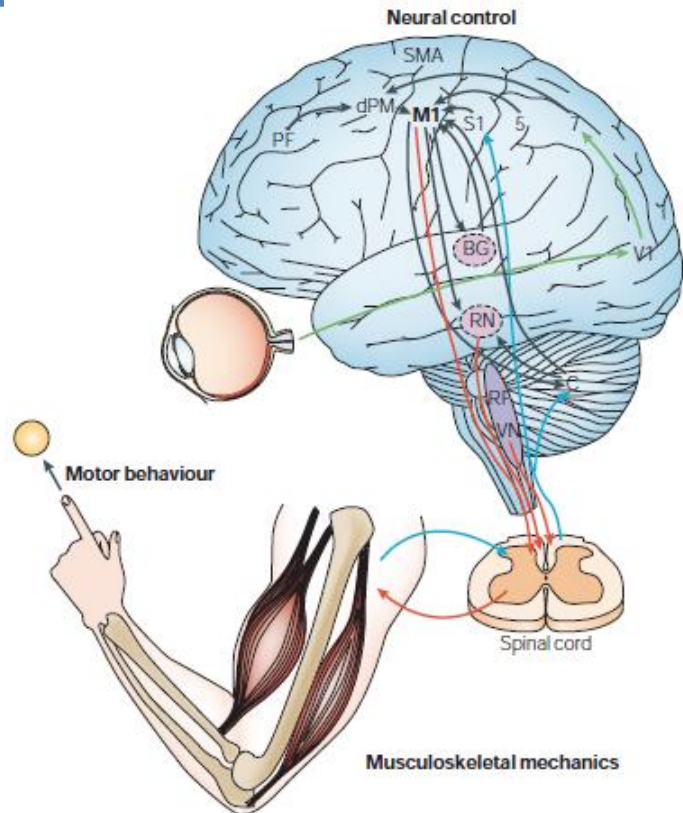
# Les objectifs du projet

- Développer des algorithmes pour les prothèses des membres supérieurs hybrides : contrôlés par les signaux électriques des muscles et la vision artificielle
- l'avancement de l'état de l'art en reconnaissance des objets dans des scènes égocentrées naturelles (LABRI)
- pour l'intégration dans l'environnement d'une neuro-prothèse augmentée par vision par ordinateur (INCIA).
- - la conception et l'implémentation des algorithmes efficaces de reconnaissance des objets à la base des réseaux de convolution profonde et du contrôle du bras-prothèse sur les FPGA (PPCU).

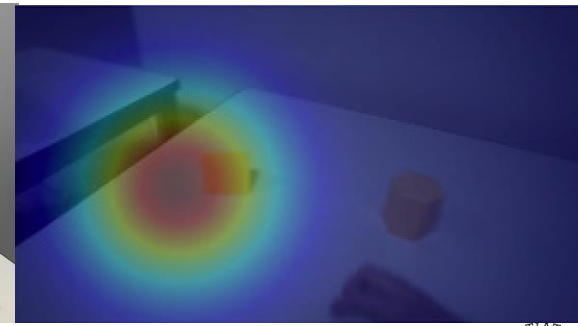
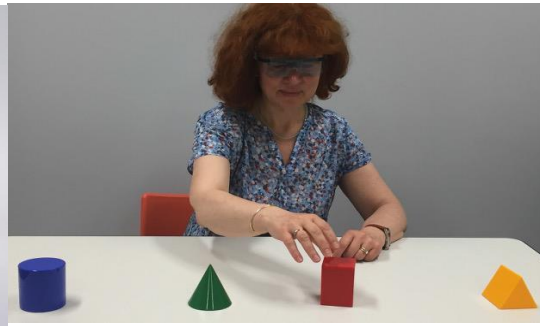
# Recherche Pluri-disciplinaire Bio-Physique, Vision Artificielle, Architectures



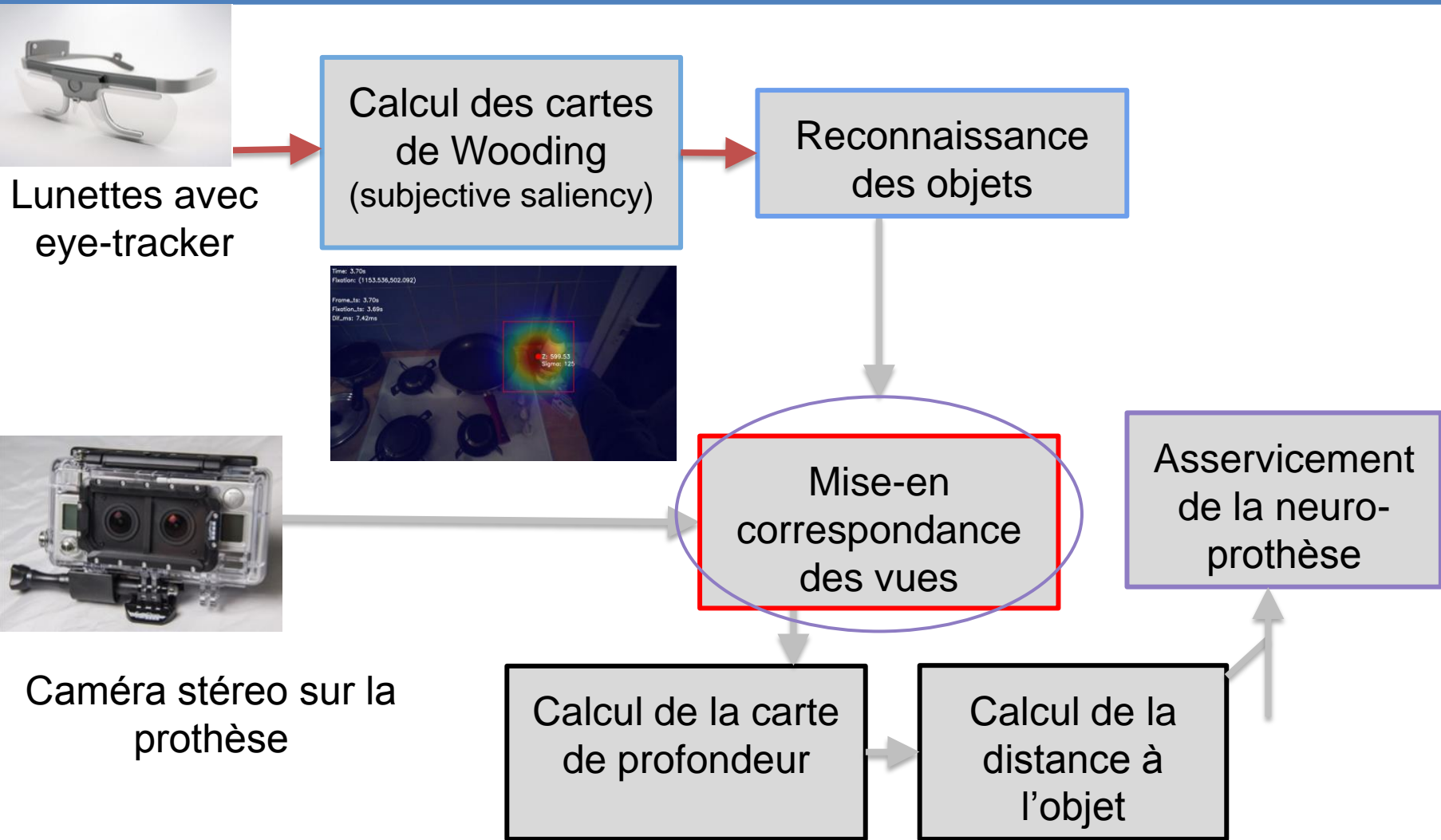
# Coordination vision – action et vision artificielle



Pérez De San Roman P, Benois-Pineau J, Domenger J-P, Cattaert D, Pacllet F, **de Rugy A** (2017) Saliency Driven Object Recognition in Egocentric Videos with Deep CNN: toward application in assistance to Neuroprostheses. *Computer Vision and Image Understanding*. 164, 82-91.

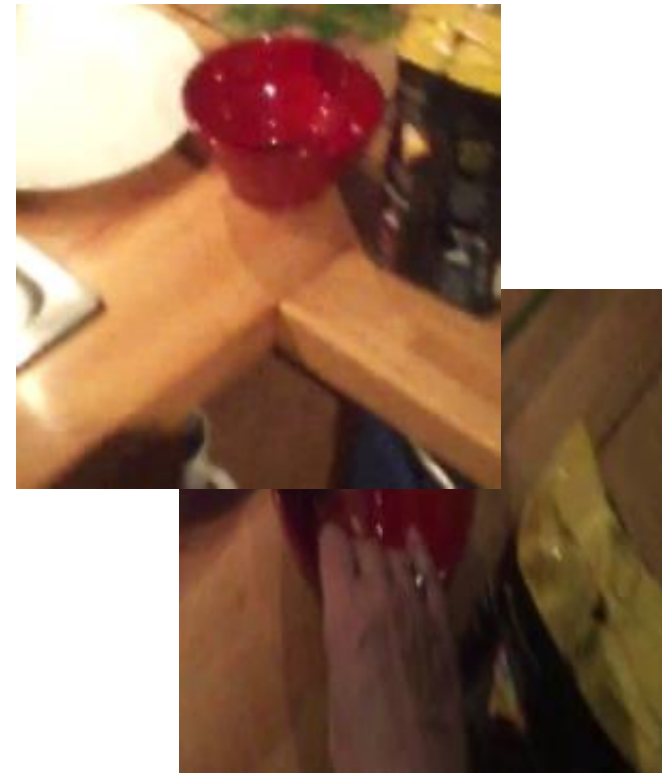


# 2. Architecture d'analyse visuelle VISPRO (LABRI, PPCU)



### 3. L'analyse "égocentrée" . Enregistrement des contenus dans des scénarios "écologiques" (LABRI)

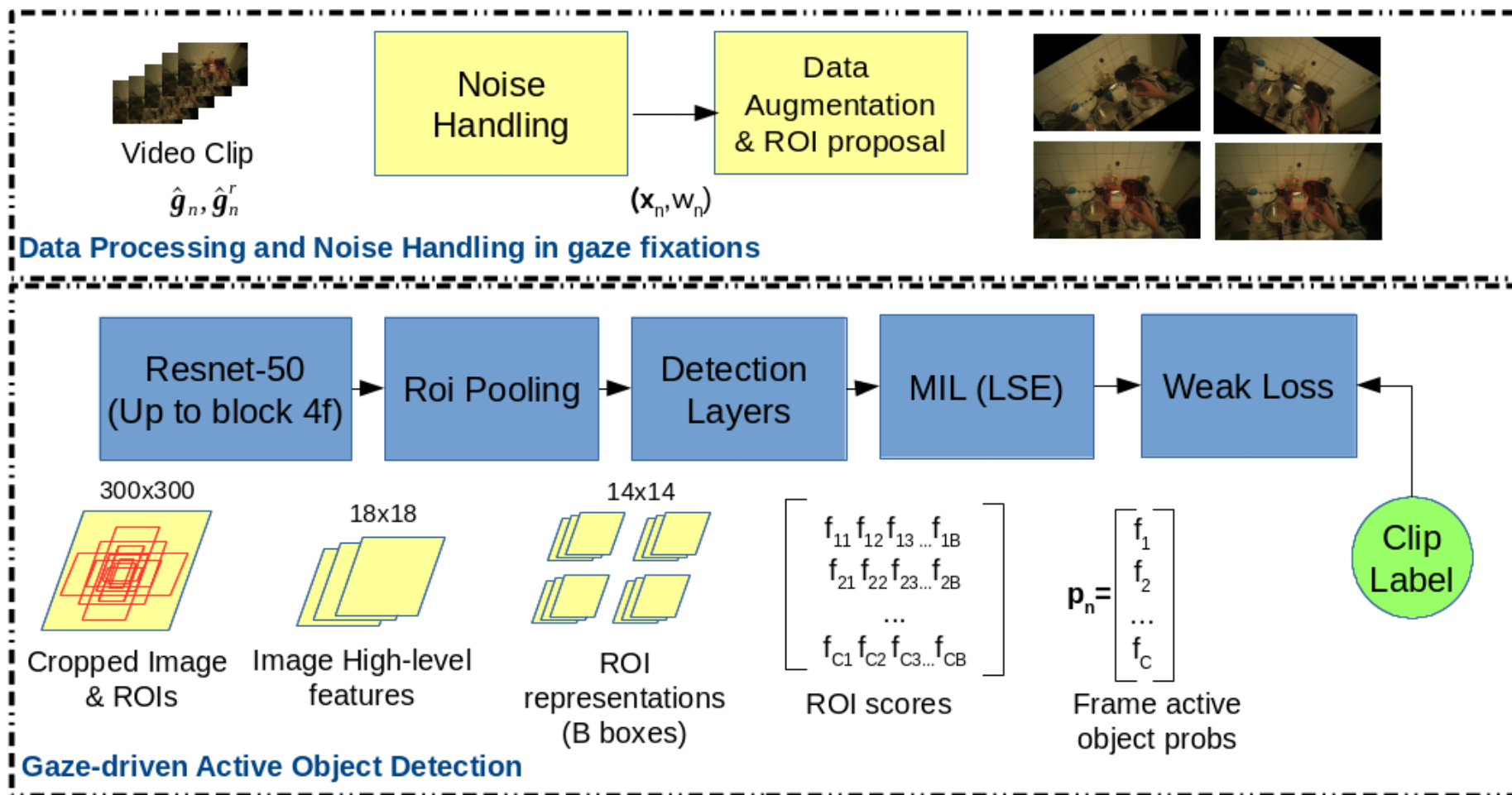
- Définition du scénario d'enregistrement égocentré
- Production et mise en ligne du corpus "Grasping-in-the-wild" sur le serveur NAKALA CNRS <https://www.nakala.fr/data/11280/24923973>



Participation d'une adhérente et du président de l'AMOPA Aquitaine à l'acquisition et à l'annotation du corpus



# 3. Reconnaissance des objets naturels pour le guidage d'une neuro-prothèse (LABRI)



# Résultats de reconnaissance d'objets

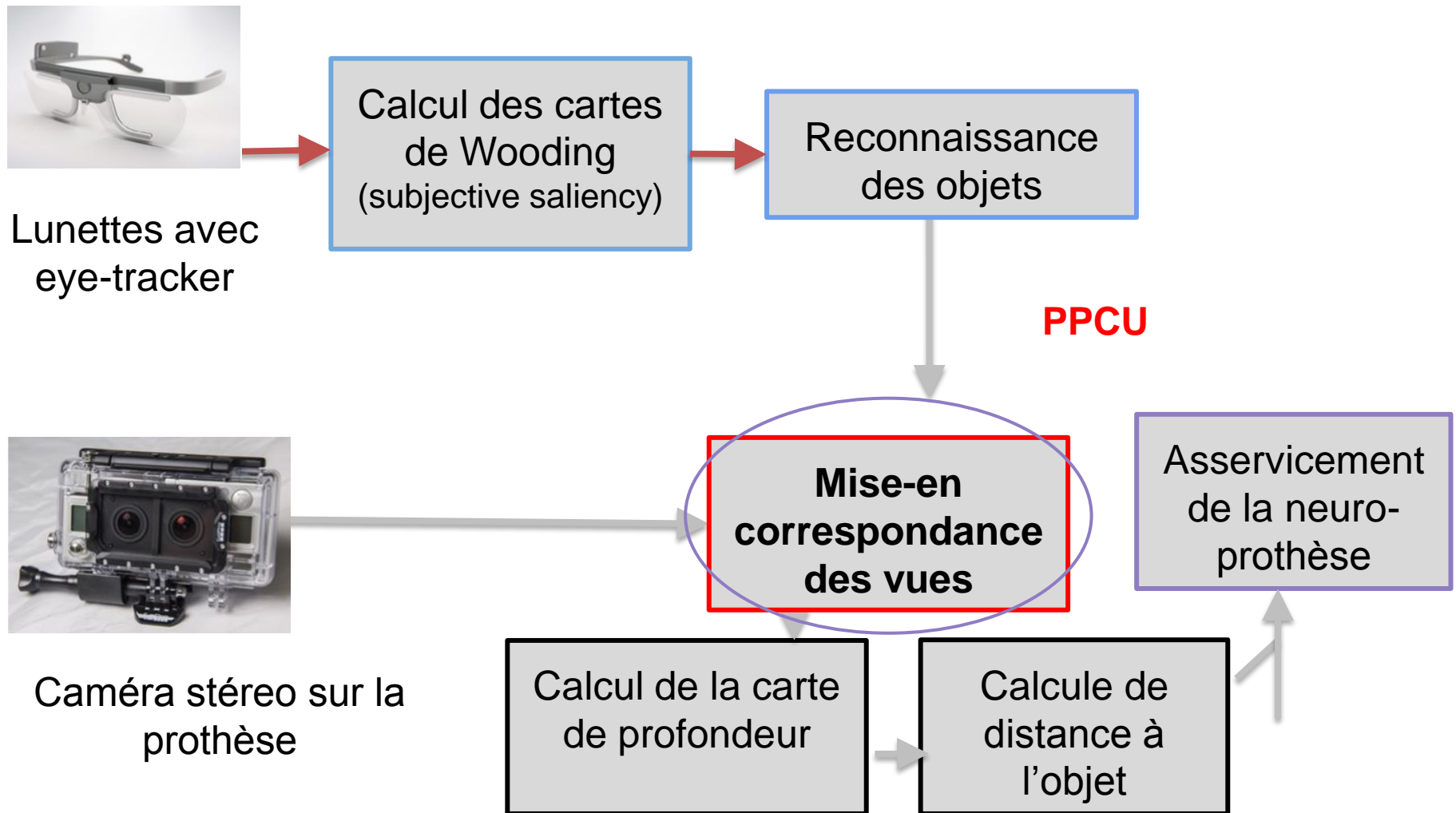
<u>Algorithm</u>	<u>mAP <math>\pm \sigma</math></u>	<u>mAcc <math>\pm \sigma</math></u>
<u>Strong Labels</u>	75.0 $\pm$ 1.8	68.4 $\pm$ 3.9
MIL-AVG [2]	72.2 $\pm$ 3.1	66.7 $\pm$ 6.1
MIL-LSE [2]	78.0 $\pm$ 3.3	71.0 $\pm$ 2.5
DEEPMASK [4]	67.0 $\pm$ 5.2	60.5 $\pm$ 6.4
CCNN [3]	78.2 $\pm$ 2,8	69.4 $\pm$ 3.8
OURS-NR	80.5 $\pm$ 4.3	73.5 $\pm$ 4.4
OURS-CE	81.6 $\pm$ 2.5	74.7 $\pm$ 2.9
<b>OURS-COMBINED</b>	<b>81.9 <math>\pm</math> 3.7</b>	<b>75.3 <math>\pm</math> 3.3</b>

[2] Pedro H. O. Pinheiro and Ronan Collobert. 2015. From imagelevel to pixel-level labeling with Convolutional Networks. In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR 2015.

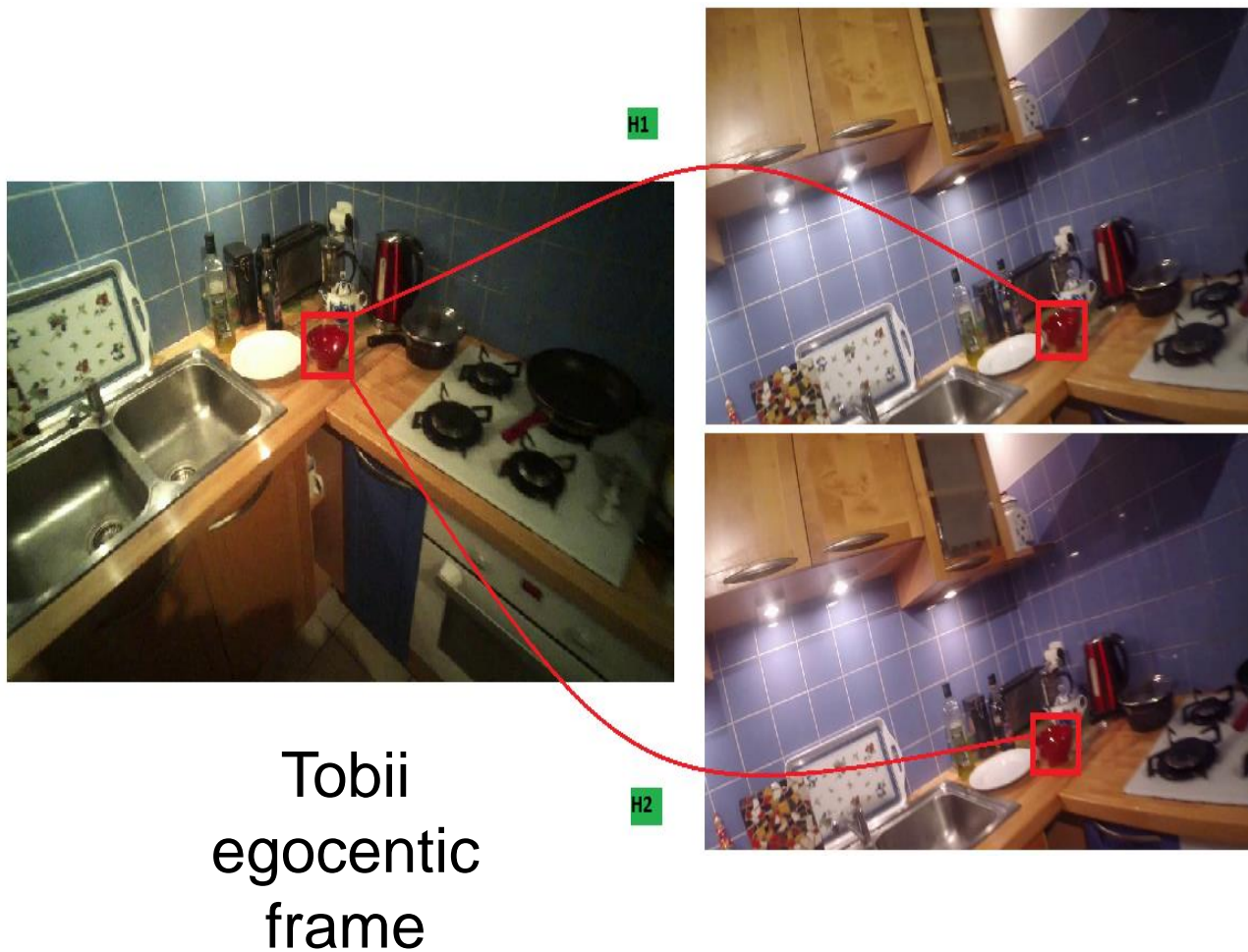
[3] Deepak Pathak, Philipp Krähenbühl, and Trevor Darrell. Constrained Convolutional Neural Networks for Weakly Supervised Segmentation. In International Conference on Computer Vision, ICCV 2015.

[4] Pedro O. Pinheiro, Ronan Collobert, and Piotr Dollar. Learning to Segment Object Candidates. In Proceedings of the International Conference on Neural Information Processing Systems – NIPS 2015

# Architecture d'analyse visuelle VISPRO



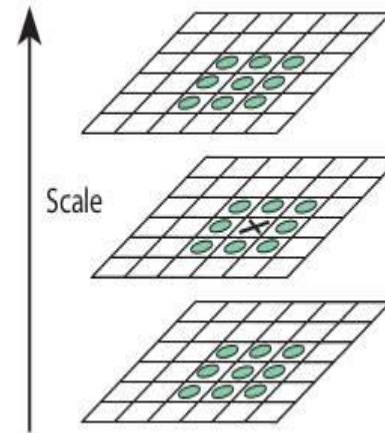
# 4. Principles of objects matching



To compute geometric transformation : detection and matching of characteristic points

# Multi-scale point localization and matching

- Keypoint localization
- Local extrema search
- Hessian matrix calculations



Heavy computational workload  
for descriptor matching !

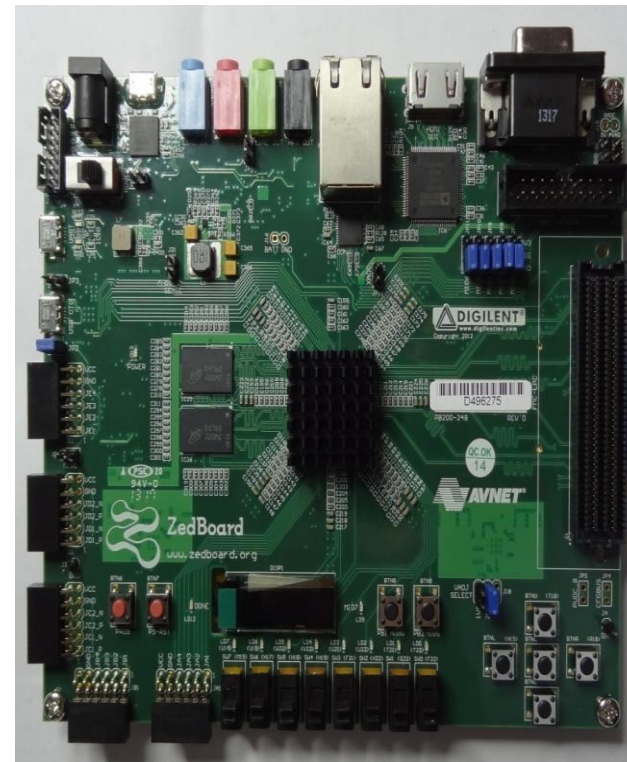
# 5. Specialized architectures. How to measure the complexity of an algorithm?

- Speed of computation
- Silicon area
- Dissipated power
- Energy requirement
- I/O numbers (memory bandwidth)

- Xilinx Vivado Design Environment
- High-level synthesis -> C language
  - › Xilinx Vivado HLS
  - › Xilinx Vivado HLx
  - › Xilinx Vivado SDK

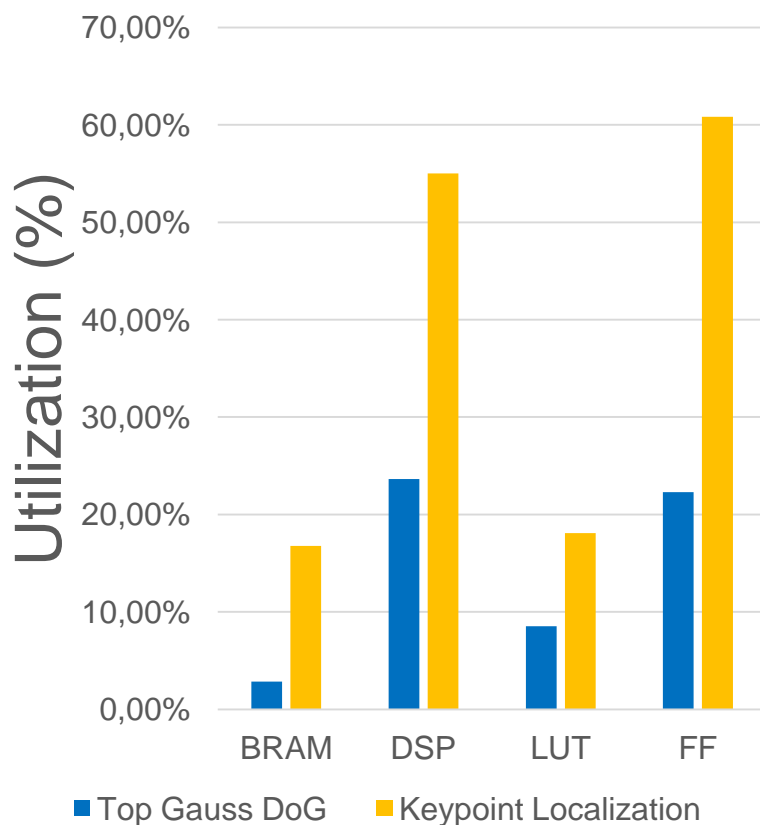
## → Target FPGA board

- › Digilent ZedBoard

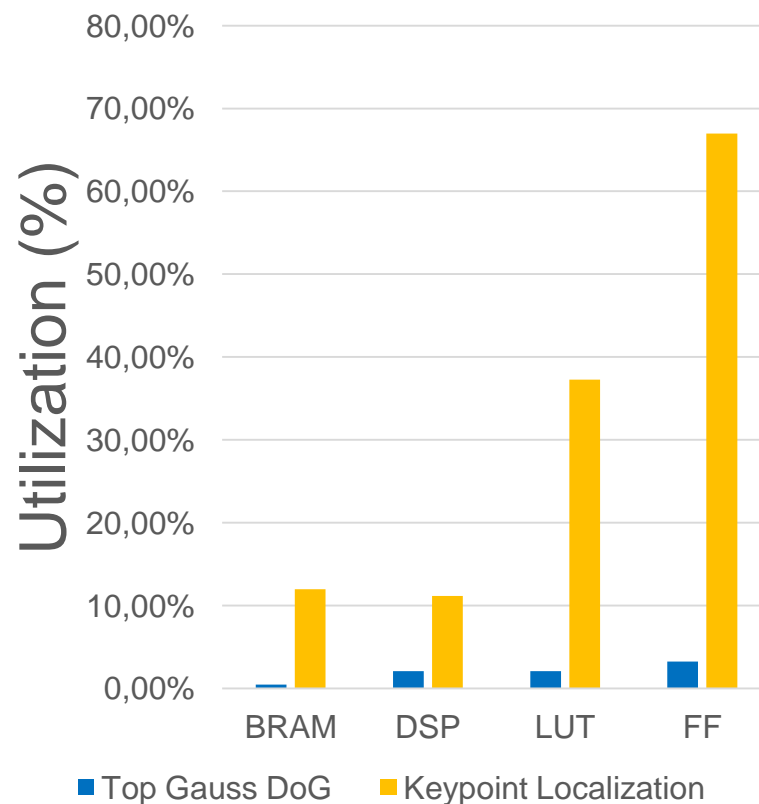


# Utilization comparison

## ZedBoard

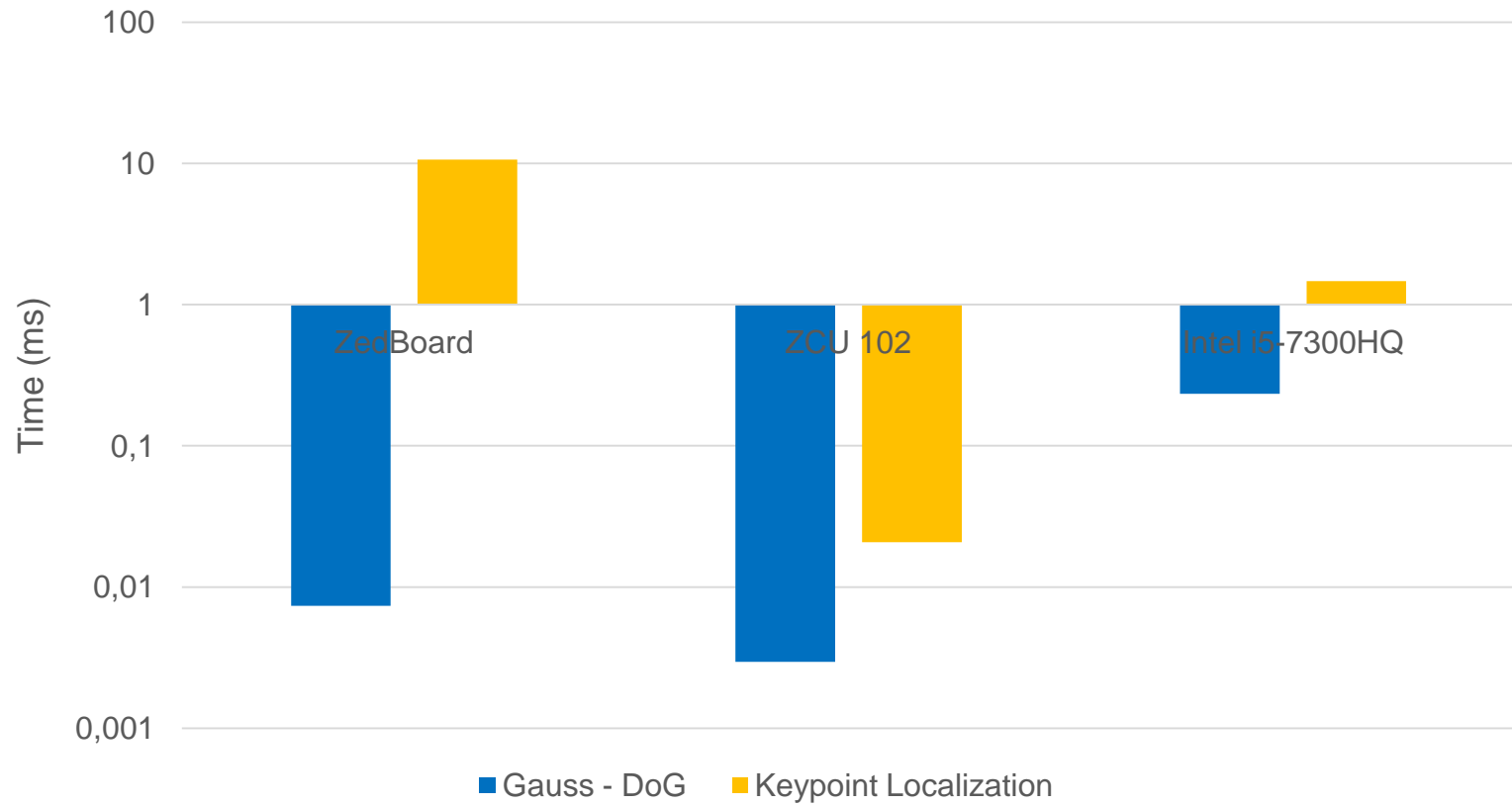


## ZCU 102





# Time comparison



## → Digilent ZedBoard

- › Gaussian blurred image – Difference of Gaussian 1.789 Watt

## → Xilinx Zynq UltraScale+ MPSoC ZCU102

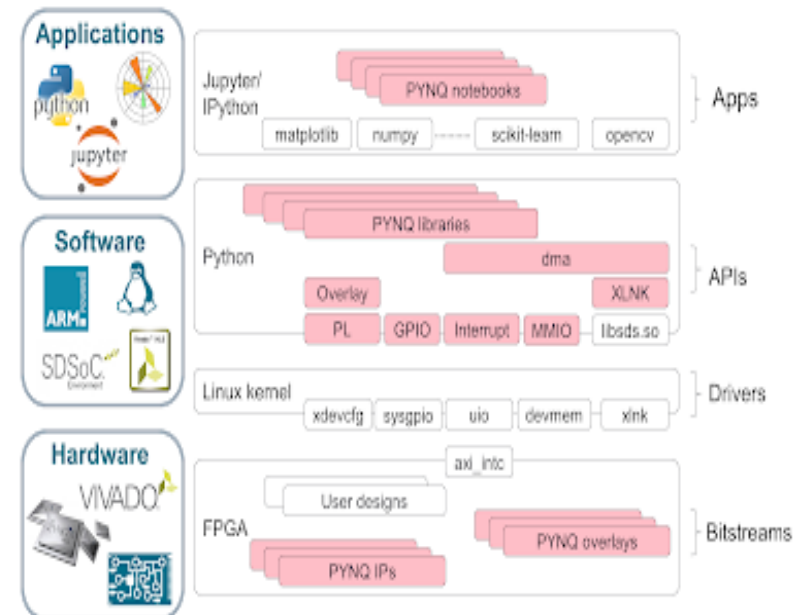
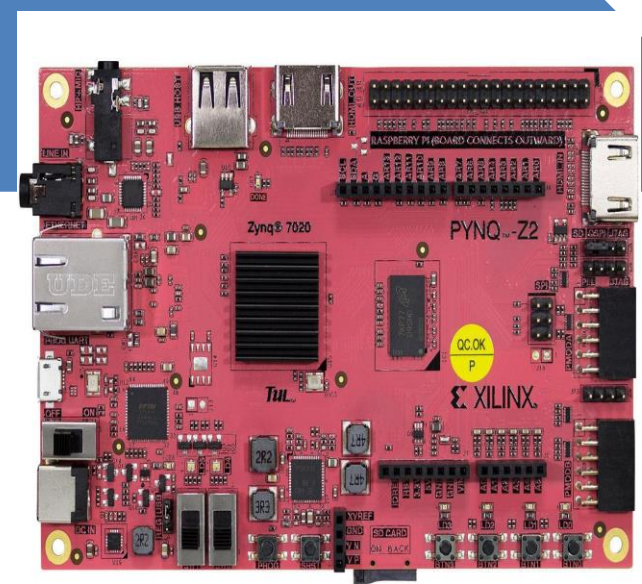
- › Keypoint localization 4.811 Watt

## → Intel i5-7300HQ

- › 45 Watt (Thermal Design Power)

# Whats next? - PYNQ Project

- parallel hardware execution
- high frame-rate video processing
- hardware accelerated algorithms
- real-time signal processing
- high bandwidth IO
- low latency control



# Conclusion et Perspectives

→ Conclusion:

Développés :

- -premiers algorithmes IA pour la reconnaissance des objets
- -mise en correspondance des vues des caméras : égocentrée et centrées sur la prothèse: le cœur est implémenté sur FPGA

→ Perspectives:

(1) Développement de l'algorithme de la mise en correspondance par la recherche des instances

(2) Implémentation en architectures spécialisées:

- - nouvel algorithme
- - reconnaissance d'objets

(3) Thèse de doctorat en co-tutelle M. Attila Fejert, codirection par Pr. Peter Szolgay (PPCU), Pr. Jenny Benois-Pineau (LABRI) et avec participation du Dr. Aymar de Rugy (INCIA)

(4) Articulation avec le bras robotique

(5) Dimension européenne

# ERASMUS + MUNDUS Joint Master Degree IPCV

## Image Procession and Computer Vision



- 1 international master training programme for 2 years in 3 universities
- Pázmány Péter Catholic University, Budapest
- Universidad Autónoma de Madrid
- University of Bordeaux - **Coordinator**
- Training since 2014
  
- EMJMD from 1 September 2017
- to support excellence by the European Union
- 3 European and 14 non-European scholarship holders, plus 6 students from the 3 partner universities per intake
- the main part of the support arriving to the consortium is the grants for students

# Preparation year: 2017-2018 academic year

## The PPCU has undertaken the following tasks

- To organize industrial day
- To design promotion materials
- To set up the programme website
- To prepare for the admission procedure
- To arrange the Welcome Week
- **A successful project is running**: training of highly skilled specialists in a very demanded technological sector accros Europe.
- > 300 applications for 2018-2019, 28 students accepted.



→ Vos questions s.v.p.!