

# CSID - 2ème année de thèse

## Comité de Suivi Individuel du Doctorant

Lilian Besson

Équipe SCEE, IETR, CentraleSupélec, Rennes  
& Équipe SequeL, CRIStAL, Inria, Lille

20 minutes

18 mai 2018



# Comité de Suivi Individuel du Doctorant

- Doctorant : Lilian Besson
- Titre de la thèse :  
*“Apprentissage statistique séquentiel pour la radio cognitive multi-joueurs”*
- Dates : 1er octobre 2016 à septembre 2019.

# Comité de Suivi Individuel du Doctorant

- Doctorant : Lilian Besson
- Titre de la thèse :  
*“Apprentissage statistique séquentiel pour la radio cognitive multi-joueurs”*
- Dates : 1er octobre 2016 à septembre 2019.  
**Soutenance ? Prévues pour juin 2019 (si possible !)**
- Encadrement :  
  
Directeur de thèse : **Christophe Moy**    à Rennes  
Co-encadrante :    **Émilie Kaufmann**    à Lille

# Comité de Suivi Individuel du Doctorant

- Doctorant : Lilian Besson
- Titre de la thèse :  
*“Apprentissage statistique séquentiel pour la radio cognitive multi-joueurs”*
- Dates : 1er octobre 2016 à septembre 2019.  
**Soutenance ? Prévues pour juin 2019 (si possible !)**
- Encadrement :  
  
Directeur de thèse : **Christophe Moy**    à Rennes  
Co-encadrante :    **Émilie Kaufmann**    à Lille
- Comité de suivi : **Patrick Maillé & Rémi Gribonval**  
Merci !

# Contexte et sujet

## Contexte thématique

- Télécom radio et *radio intelligente* (“*cognitive radio*”),
- Réseaux plus efficaces, plus écologiques etc,
- Réseaux avec beaucoup d’objets connectés (“**Internet of Things**”),
- Apprentissage statistique séquentiel et par renforcement, problèmes et algorithmes de *bandit*, pour résoudre les problèmes d’optimisation combinatoire dans des contextes discrets en temps et fréquence.

# Double encadrement

Avec **Émilie Kaufmann**, CR au CNRS travaillant à Inria Lille (équipe SequeL, laboratoire CRISTAL) :

- Total de 3 *visites* de Lilian à Lille depuis septembre 2017 (1 + 2 + 1 semaines)
- 4 visites prévues en mai, juin, octobre et décembre 2018 (1 + 1 + 1 + 2 semaines)
- *Projets en commun* : **moins qu'en 1ère année** (aucun entre Émilie et Christophe), mais davantage entre Émilie et moi,
- *Financements* :
  - financement PEPS "BIO" du CNRS obtenu par Émilie et moi (pour 2017),
  - projet ANR "BADASS" (Lille),
  - et dotation SCEE (pour 2018).

# Mon sujet

- *“Apprentissage statistique séquentiel pour la radio cognitive multi-joueurs”.*
- Buts :
  - continuer l'étude théorique des algorithmes étudiés et des difficultés intrinsèques des problèmes considérés,
  - étendre ces travaux à différents modèles dans le cas multi-joueurs, et grand nombre d'objets (IoT).
- Applications :
  - utiliser dynamiquement des zones vacantes du spectre radio,
  - insérer plus d'objets dans un réseau pré-existant,
  - garantir l'optimalité des solutions proposées, etc.

# Recherches en cours et collaborations (1/2)

## Avec Christophe

(aspects radio intelligente)

- Poser des modèles réalistes et utiles pour les réseaux IoT,
- Vérifier en pratique (simulation et implémentation réelle) l'intérêt des algorithmes d'apprentissage (type bandit) dans le modèle classique OSA et dans de nouveau modèle multi-joueurs et IoT.

## Avec Émilie

(aspects théoriques)

- Analyser les performances de différents algorithmes mono- et multi-joueurs dans différents modèles (*e.g.*, preuves de bornes supérieures sur le *regret*),
- et les difficultés intrinsèques de ces problèmes (bornes inf).



# Recherches en cours et collaborations (2/2)

Avec Rémi Bonnefoi (autre doctorant dans l'équipe SCEE)

Démo<sup>a</sup> réalisée ensemble :

- Présentée en juin à la conférence ICT 2018 (St-Malo) :
- Basée sur notre article CROWNCOM 2017,
- **“MALIN”**: Multi-Armed bandits Learning in IoT Networks,
- Avec GNU Radio + Python + C++,
- Avec des cartes USRP (via notre TestBed),
- Rien de révolutionnaire, juste une illustration (et vérification) de nos travaux théoriques...

*En fait : simple sur le papier, mais compliqué en vrai 😊 !*

---

<sup>a</sup> Cf. [Bitbucket.org/scee\\_ietr/multi-arm-bandit-learning-for-lora-networks-with-grc](https://bitbucket.org/scee_ietr/multi-arm-bandit-learning-for-lora-networks-with-grc)

# Publications depuis l'an dernier I

## Aperçu "numérique"

- 3 communications dans des conférences internationales<sup>a</sup>,
- 1 envoyée,
- 1 en relecture,
- 1 bibliothèque de code, publiée en accès libre...

---

<sup>a</sup>Cf. [perso.crans.org/besson/me/](https://perso.crans.org/besson/me/)

# Publications depuis l'an dernier II

2 posters, chacun présentés 2 fois :

1. Pour<sup>a</sup> mon article CROWNCOM 2017
  - Journée des Doctorants (IETR) @ Rennes, juillet 2017,
  - Atelier @ Lille, septembre 2017 ("*bandits & privacy*"<sup>b</sup>).
2. Pour<sup>c</sup> mon article ALT 2018
  - Atelier @ Rotterdam, mai 2018 ("*applications of bandits*"<sup>d</sup>),
  - Journée des Doctorants (IETR) @ Vannes, juin 2018.

---

<sup>a</sup> Cf. [bitbucket.org/scee\\_ietr/phd-student-day-ietr-2017-bonnefoi-and-besson](https://bitbucket.org/scee_ietr/phd-student-day-ietr-2017-bonnefoi-and-besson)

<sup>b</sup> Cf. [team.inria.fr/magnet/workshop-on-decentralized-machine-learning-optimization-and-privacy/](https://team.inria.fr/magnet/workshop-on-decentralized-machine-learning-optimization-and-privacy/)

<sup>c</sup> Cf. [bitbucket.org/lbesson/phd-student-day-ietr-2018](https://bitbucket.org/lbesson/phd-student-day-ietr-2018)

<sup>d</sup> Cf. [www.erim.eur.nl/e-code-erasmus-centre-for-optimization-of-digital-experiments/workshop-on-multi-armed-bandits-and-learning-algorithms/](http://www.erim.eur.nl/e-code-erasmus-centre-for-optimization-of-digital-experiments/workshop-on-multi-armed-bandits-and-learning-algorithms/)

# Publications depuis l'an dernier III

## 9 présentations !

### ■ Conférences<sup>a</sup> :

- CROWNCOM @ Lisbonne,
- ALT @ Lanzarote,
- IEEE WCNC @ Barcelone,

### ■ Séminaires :

- SCEE @ Rennes (×2),
- ENSAI @ Rennes,
- SequeL @ Lille (×2),

- Bonus : journée GDR ISIS @ Paris (*“Méthodes et outils mathématiques pour la modélisation des réseaux IoT”*).

---

<sup>a</sup>Planches et code source en accès libre. Cf. [perso.crans.org/besson/publis/slides/](https://perso.crans.org/besson/publis/slides/)

# Publications depuis l'an dernier IV

1. Un article<sup>1</sup> “maths et télécom et simulations” avec Rémi B.
  - Présenté à la conférence européenne **CROWNCOM** 2017 (septembre, Lisbonne).
  - *Best paper award!* 😊 (mais toute petite conférence...)
  - Publié, **mais aucune nouvelle pour la version longue...**

---

<sup>1</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01575419](https://hal.inria.fr/hal-01575419)

<sup>2</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01629733](https://hal.inria.fr/hal-01629733)

# Publications depuis l'an dernier IV

1. Un article<sup>1</sup> “maths et télécom et simulations” avec Rémi B.
  - Présenté à la conférence européenne **CROWNCOM** 2017 (septembre, Lisbonne).
  - *Best paper award!* 😊 (mais toute petite conférence...)
  - Publié, **mais aucune nouvelle pour la version longue...**
2. Un article<sup>2</sup> “maths et théorie + télécom” avec Émilie, avec une nouvelle borne inférieure et de meilleures bornes supérieures pour l'algorithme  $\rho^{\text{Rand}}$  et deux nouveaux algorithmes RandTopM, MCTopM (OSA multi-joueur décentralisé).
  - Présenté à la conférence **ALT** 2018 (avril, Lanzarote).
  - Poster présenté à un atelier international à Rotterdam (fin mai).

---

<sup>1</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01575419](https://hal.inria.fr/hal-01575419)

<sup>2</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01629733](https://hal.inria.fr/hal-01629733)

# Publications depuis l'an dernier V

- 3. Un article<sup>3</sup> “machine learning + télécom” exposant l'intérêt de l'agrégation d'algorithmes de bandit pour des problèmes de radio cognitive.
  - Présenté à la conférence **IEEE WCNC 2018** (avril, Barcelone).
  - Bon retour des relecteurs et à la conférence 😊!
  - **Mais difficile d'obtenir des résultats théoriques satisfaisants.**

---

<sup>3</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01705292](https://hal.inria.fr/hal-01705292)

<sup>4</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01736357](https://hal.inria.fr/hal-01736357)

# Publications depuis l'an dernier V

- ③ Un article<sup>3</sup> “machine learning + télécom” exposant l'intérêt de l'agrégation d'algorithmes de bandit pour des problèmes de radio cognitive.
  - Présenté à la conférence **IEEE WCNC 2018** (avril, Barcelone).
  - Bon retour des relecteurs et à la conférence 😊!
  - **Mais difficile d'obtenir des résultats théoriques satisfaisants.**
  
- ④ Un article<sup>4</sup> “maths et théorie” avec Émilie, étudiant le “doubling trick” (voir plus tard). Pas de lien direct avec les télécoms.
  - *Refusé* à la conférence **COLT 2018** (juillet, Stockholm).
  - **Pas encore sûr de ce qu'on en fait !**

---

<sup>3</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01705292](https://hal.inria.fr/hal-01705292)

<sup>4</sup>Cf. [HAL.Inria.fr/hal-01736357](https://hal.inria.fr/hal-01736357)



# Publications depuis l'an dernier VI

- 5. Ma bibliothèque d'algorithmes de bandits (mono- et multi-joueurs),
  - Environ 65 algorithmes mono-joueur, 15 multi joueurs,
  - 5 environnements d'expérimentations,
  - Code sur [GitHub.com/SMPyBandits/SMPyBandits](https://github.com/SMPyBandits/SMPyBandits),
  - Documentation complète sur [SMPyBandits.GitHub.io](https://SMPyBandits.github.io).
  - Publié sur MLOSS ([MLOSS.org/software/view/710](https://MLOSS.org/software/view/710)).
  - Déjà ~ 1000 vues en 3 mois...
  
- 6. Et un article<sup>5</sup> présentant la bibliothèque, **bientôt envoyé au JMLR MLOSS** (revue en ligne, en accès libre).

---

<sup>5</sup>Cf. [perso.crans.org/besson/articles/SMPyBandits.pdf](https://perso.crans.org/besson/articles/SMPyBandits.pdf)

# Présentation de quelques résultats de recherche

Je préfère présenter un seul des travaux, le plus récent.

## Publication associée

**“What Doubling Tricks Can and Can’t Do for Multi-Armed Bandits”**, Lilian Besson & Emilie Kaufmann, Feb 2018.

*En accès libre* : [HAL.Inria.fr/hal-01736357](https://hal.inria.fr/hal-01736357)

# “Doubling trick” : rapide présentation

## Horizon $T$ : mieux de ne pas la connaître !

- En apprentissage séquentiel, expériences de  $t = 1$  à  $t = T$ ,
- Pour des applications réelles, les algorithmes ne doivent pas connaître l’horizon... (ex : essais cliniques, pubs en ligne, radio intelligente etc).
- Mais beaucoup sont développés avec “la théorie en tête”, et dépendent de la valeur de  $T$  !

# “Doubling trick” : rapide présentation

## Horizon $T$ : mieux de ne pas la connaître !

- En apprentissage séquentiel, expériences de  $t = 1$  à  $t = T$ ,
- Pour des applications réelles, les algorithmes ne doivent pas connaître l’horizon... (ex : essais cliniques, pubs en ligne, radio intelligente etc).
- Mais beaucoup sont développés avec “la théorie en tête”, et dépendent de la valeur de  $T$  !

## But ?

- $\Leftrightarrow$  Peut-on transformer un algorithme  $\mathcal{A}$  dépendant de  $T$  et le rendre **indépendant de l’horizon**  $\mathcal{A}'$  ?
- $\implies$  **Oui !**
- Une technique classique : “doubling trick” !

# Algorithme du “Doubling trick”

```

1 Input : Algorithme de bandit  $\mathcal{A}$ , et une suite  $(T_i)_{i \in \mathbb{N}}$ .
2 Soit  $i = 0$ , et initialise l'algorithme  $\mathcal{A}^{(0)} = \mathcal{A}_{T_0}$ .
3 for  $t = 1, \dots, T - 1$  do
4   if  $t > T_i$  then                                // Horizon suivante  $T_{i+1}$  dans la suite
5     |   Horizon suivante :  $i = i + 1$ 
6     |   Initialise  $\mathcal{A}^{(i)} = \mathcal{A}_{T_i - T_{i-1}}$            // Départ à vide
7   end
8   Joue selon  $\mathcal{A}^{(i)}$  : choisit le bras  $A'(t) := A^{(i)}(t - T_{i-1})$ 
9   Observe la récompense  $r(t) = Y_{A'(t), t}$ 
10  Lui donner cette observation.
11 end

```

Algorithme 1:  $\mathcal{A}' = \text{DT}(\mathcal{A}, (T_i)_{i \in \mathbb{N}})$

# Deux “doubling” : géométrique et exponentiel

- $T_0 \in \mathbb{N}$ ,  $(T_i)_{i \in \mathbb{N}}$  croissante et divergente
- “Indice du dernier terme” :  $L_T := \min\{i \in \mathbb{N} : T_i > T\}$ .

## Géométrique

- Pour un paramètre  $b > 1$ ,
- $T_i := \lfloor T_0 b^i \rfloor$ ,
- $L_T = \lceil \log_b \left( \frac{T}{T_0} \right) \rceil = \mathcal{O}(\log(T))$ .

## Exponentiel

- Pour deux paramètres  $a, b > 1$ ,
- $T_i := \lfloor \frac{T_0}{a} a^{b^i} \rfloor$ ,
- $L_T = \lceil \log_b \left( \log_a \left( \frac{T}{T_0/a} \right) \right) \rceil = \mathcal{O}(\log(\log(T)))$ .

# Regret et but

## Regret ?

- $R_T(\mathcal{A}_T)$  mesure la performance moyenne de l'algorithme  $\mathcal{A}$  (qui peut connaître  $T$ ), sur une expérience d'horizon  $T$ .
- $R_T(\mathcal{A}) := \sum_{t=1}^T \mu^* - \mathbb{E}[\mu_{A(t)}]$  pour un problème à  $K$  bras de moyennes  $\mu_1, \dots, \mu_K$ , de meilleur bras  $\mu^* := \arg \max_k \mu_k$  et si  $A(t)$  est le choix de l'algorithme à l'instant  $t$ .

# Regret et but

## Regret ?

- $R_T(\mathcal{A}_T)$  mesure la performance moyenne de l'algorithme  $\mathcal{A}$  (qui peut connaître  $T$ ), sur une expérience d'horizon  $T$ .
- $R_T(\mathcal{A}) := \sum_{t=1}^T \mu^* - \mathbb{E}[\mu_{A(t)}]$  pour un problème à  $K$  bras de moyennes  $\mu_1, \dots, \mu_K$ , de meilleur bras  $\mu^* := \arg \max_k \mu_k$  et si  $A(t)$  est le choix de l'algorithme à l'instant  $t$ .

## But : *conserver* des bornes de regret !

- Si  $\mathcal{A}$  vérifie une borne de regret, e.g.,  $R_T(\mathcal{A}_T) \leq f(T)$
- Alors la version indépendante de  $T$ ,  $DT(\mathcal{A})$ , vérifie une borne similaire, avec une perte constante  $\ell$ , **ou non** :
  - $R_T(DT(\mathcal{A})) \leq \ell(\text{paramètres pb}) \times f(T)$  : bien !
  - $R_T(DT(\mathcal{A})) \leq \ell(\text{paramètres pb}) \times g(T)$  : **moins bien** ! (pour  $g(T) \gg f(T)$ ).



# Types de bornes

$c > 0$  est une constante dépendant des paramètres  $\mu_1, \dots, \mu_K$  du problème, mais **pas** de  $T$ .

1. Regret indépendant des paramètres (“adversarial bandits”)

$$R_T(\mathcal{A}_T) \leq c \sqrt{T}$$

2. Regret dépendant des paramètres (“stochastic bandits”)

$$R_T(\mathcal{A}_T) \leq c \log(T)$$

## Forme générique

- $R_T(\mathcal{A}_T) \leq c (\log T)^\delta T^\gamma$ 
  - $\delta = 0, \gamma > 0$  (adverse),
  - ou  $\delta > 0, \gamma = 0$  (stochastique),
  - ou  $\delta > 0, \gamma > 0$  (hybride !). E.g. :  $\sqrt{T \log(T)}$ .

# Résultats avec un “doubling” géométrique

Avec des horizons  $T_i := \lfloor T_0 b^i \rfloor$ .

Conserve bien  $R_T \leq \sqrt{T}$  

- Perte constante  $\ell(b, \gamma) = \frac{b^\gamma(b-1)^\gamma}{b^\gamma-1} > 1$ ,
- $\hookrightarrow$  en connaissant  $\gamma$ , on choisit  $b^*$  pour minimiser la perte.

Conserve pas bien  $R_T \leq \log(T)$  

- **On sait que ça ne peut pas marcher !**
- On a une borne inférieure : transforme  $(\log T)^\delta$  en  $(\log T)^{\delta+1}$ .

# Résultats avec un “doubling” exponentiel

Avec des horizons  $T_i := \lfloor \frac{T_0}{a} a^{b^i} \rfloor$ .

Conserve peut-être  $R_T \leq \sqrt{T}$  

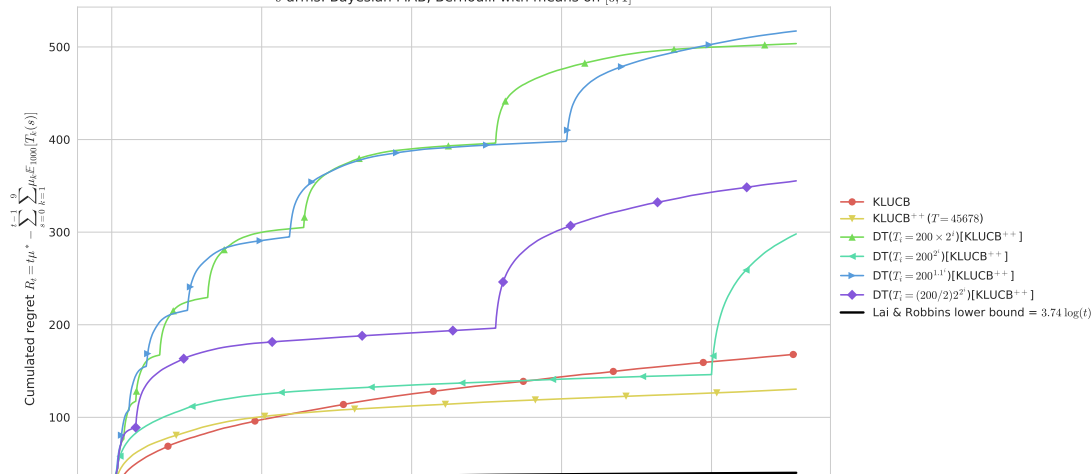
- Pas encore de borne sup ou inf convaincante,
- Transforme  $\leq T^\gamma$  en  $T^{b^\gamma}$ , pas génial ( $b > 1$ )...
- Borne inf a la forme inverse,  $\geq T^\gamma$  en  $T^{\frac{\gamma}{b}}$ ...

Conserve bien  $R_T \leq \log(T)$  

- Perte constante  $\ell(\delta, b) = \frac{b^{2\delta}}{b^\delta - 1} > 1$  (e.g.,  $\geq 4$  pour  $\delta = 1$ ),
- $\hookrightarrow$  en connaissant  $\delta$ , on choisit  $b^*$  pour minimiser la perte.

# Illustration

Cumulated regrets for different bandit algorithms, averaged 1000 times  
9 arms: Bayesian MAB, Bernoulli with means on  $[0, 1]$



# Questions encore ouvertes

- Un schéma  $((T_i)_{i \in \mathbb{N}})$  intermédiaire qui conviendrait pour les trois types de bornes ?
- Une autre approche “plus intelligente” qui permettrait d’obtenir des meilleures garanties ?
- Empiriquement : choisir des paramètres  $(T_0, b$  ou  $T_0, a, b)$  n’est pas simple, comment bien les choisir ?

## Question bonus

- Où publier cet article (refusé à COLT 2018) ?  
↪ une revue ? (e.g., JMLR)

# Applications de ce travail I

- Très générique !
- Donne une meilleure compréhension théorique de cette technique très utilisée depuis  $\sim 20$  ans (au moins).
- Justifie quelques articles qui utilisent le “doubling trick” sans justifier plus qu’une note de bas de page disant “on ne perd rien qu’une constante multiplicative dans le regret” ...
- Donne une méthode simple pour choisir les valeurs de  $T_0, b$  ou  $T_0, a, b$  ( $\leftrightarrow$  minimiser la perte constante  $\ell$  !).

# Applications de ce travail II

## En radio intelligente ? Oui aussi !

1. Si on utilise un algorithme  $\mathcal{A}_T$  très efficace dans son contexte, mais qui dépend de  $T$  (e.g., *Approximated Finite-Horizons Gittins Index*,  $\text{kl-UCB}^{++}$ , en bandits mono-joueur, *Musical Chair* en bandits multi-joueurs, etc),
2. Si on sait quel genre de garantie on espère (contexte stochastique, ou adverse, ou hybride),

# Applications de ce travail II

## En radio intelligente ? Oui aussi !

1. Si on utilise un algorithme  $\mathcal{A}_T$  très efficace dans son contexte, mais qui dépend de  $T$  (e.g., *Approximated Finite-Horizons Gittins Index*,  $\text{kl-UCB}^{++}$ , en bandits mono-joueur, *Musical Chair* en bandits multi-joueurs, etc),
2. Si on sait quel genre de garantie on espère (contexte stochastique, ou adverse, ou hybride),
3.  $\implies$  Alors on peut savoir quel “doubling trick” utiliser pour rendre son algorithme indépendant de  $T$  le plus efficacement possible (on connaît  $\delta, \gamma$  alors on choisit  $T_0, b$  ou  $T_0, a, b$  pour minimiser la perte constante  $\ell \dots$ ).



# Une remarque qui m'intrigue

## 2.3. Adaptation to the horizon $T$ (an anytime version of KL-UCB-switch)

A standard doubling trick fails to provide a meta-strategy that would not require the knowledge of  $T$  and have optimal  $\mathcal{O}(\sqrt{KT})$  and  $(1 + o(1))(\ln T)/\mathcal{K}_{\text{inf}}(\nu_a, \mu^*)$  bounds. Indeed, there are first, two different rates,  $\sqrt{T}$  and  $\ln T$ , to accommodate simultaneously and each would require different regime lengths, e.g.,  $2^r$  and  $2^{2^r}$ , respectively, and second, any doubling trick on the distribution-dependent bound would result in an additional multiplicative constant in front of the  $1/\mathcal{K}_{\text{inf}}(\nu_a, \mu^*)$  factor. This is why a dedicated anytime version of our algorithm is needed.

[Garivier et al, 2018, arXiv:1805.05071]

Surprenant : rien n'est prouvé ni justifié dans ce genre d'affirmations, et aucune référence n'est citée.

Et les auteurs connaissent notre article...

# Autres activités

*Mais aussi...*

# Autres activités (1/5) : Formations

Pour la thèse, il faut suivre des formations...

J'ai déjà fait 60 sur les 72 heures exigées.

*Encore quelques heures à faire, ce sera bouclé d'ici octobre !*

## ■ Scientifiques :

- Présentations à des conférences et ateliers,
- Présentation à la Journée des Doctorants de l'IETR en juin,

## ■ Générales ou professionnelles :

- À l'Université de Rennes 1, **mais peu sont proposés...**
- Formations internes (GouTP) à CentraleSupélec Rennes ? **Pas sûr que "ça passe" ...**

# Autres activités (2/5) : Enseignements I

Par plaisir et pour (espérer) valider mon stage d'agrégation, j'enseigne :

- 24h/an de TD/TP à l'ENSAI, en informatique théorique<sup>6</sup>, pour le cours "Algorithmique et Calculabilité" de David Cachera, au niveau L3 (1ère année d'école d'ingénieur).
- 48h/an de TD/oraux à l'ENS de Rennes, en informatique théorique, pour la classe de préparation à l'agrégation de maths<sup>7</sup> (option info), au niveau M2 (3ème année d'ENS). 15 séances d'entraînement aux oraux d'informatique (leçons et modélisation), TP de programmation, et oraux blancs.

---

<sup>6</sup>Cf. [perso.crans.org/besson/ensai-2017/](https://perso.crans.org/besson/ensai-2017/)

<sup>7</sup>Cf. [perso.crans.org/besson/agreg-2017/](https://perso.crans.org/besson/agreg-2017/)

## Autres activités (2/5) : Enseignements II

J'ai obtenu la même mission pour 2019.

*Plus un éventuel poste de PRAG à l'ENS de Rennes pour continuer chez eux après ma thèse... A suivre !*

# Relectures (3/5)

## “Review”

Pas officiellement (bien sûr)

- Un article pour NIPS 2017 en juillet (pour aider une amie),
- Un article pour ICML 2018 en février (pour aider Émilie),
- Deux rapports de projet de recherche d'un cours de “Reinforcement Learning” du master MVA (pour aider Émilie), en janvier 2017 et 2018 (sur un de nos articles !).

## Coups de main

- Trois relectures d'articles de Rémi B. (novembre 2016, mars 2017 et 2018),
- Relectures de morceaux des thèses de Navikkumar Modi (SCEE, mai 2017), Claire Vernade (Télécom, octobre 2017), et bientôt Rémi B. (SCEE, automne 2018).

## Autres activités variées (4/5)

- Accueil des nouveaux @ SCEE (stagiaires, doctorants, post-doc & ATER).
- Administration système pour nos machines de calcul dans l'équipe SCEE (3 "*workstations*", 15 utilisateurs).

---

<sup>8</sup>Cf. [perso.crans.org/besson/publis/slides/](https://perso.crans.org/besson/publis/slides/)

<sup>9</sup>Cf. [Bitbucket.org/lbesson](https://bitbucket.org/lbesson) et [GitHub.com/Naareen](https://github.com/Naareen)

## Autres activités variées (4/5)

- Accueil des nouveaux @ SCEE (stagiaires, doctorants, post-doc & ATER).
- Administration système pour nos machines de calcul dans l'équipe SCEE (3 “workstations”, 15 utilisateurs).
- En charge des “GouTP”, nos formations mensuelles @ SCEE (et aux autres équipes @ CentraleSupélec). **Franc succès !**
  - J'ai donné 5 formations<sup>8</sup> depuis le lancement en janvier 2017.
- Programmeur passionné, j'essaie de contribuer régulièrement à des projets personnels<sup>9</sup> et des grands projets *open-source*, surtout en Bash, OCaml, Python et Julia (e.g., bibliothèques tensorflow, keras, sphinx-doc, scikit-monaco etc).

---

<sup>8</sup>Cf. [perso.crans.org/besson/publis/slides/](https://perso.crans.org/besson/publis/slides/)

<sup>9</sup>Cf. [Bitbucket.org/lbesson](https://bitbucket.org/lbesson) et [GitHub.com/Naareen](https://github.com/Naareen)



# Objectifs de recherche pour 2018

*Petit aperçu...*

# Objectifs de recherche pour 2018 I

1. J'aimerais aussi faire un “*survey*” sur les algorithmes de bandits,
  - en les écrivant tous avec la même structure (initialisation, choix, récompenses, etc), basé sur SMPyBandits.
  - Il y en a une trentaine pour l'aspect mono-joueur (et beaucoup de variantes), et une quinzaine pour l'aspect multi-joueurs,
  - et je les ai tous implémenté et documenté sous une même organisation logique (approche objet).

# Objectifs de recherche pour 2018 I

1. J'aimerais aussi faire un "survey" sur les algorithmes de bandits,
  - en les écrivant tous avec la même structure (initialisation, choix, récompenses, etc), basé sur SMPyBandits.
  - Il y en a une trentaine pour l'aspect mono-joueur (et beaucoup de variantes), et une quinzaine pour l'aspect multi-joueurs,
  - et je les ai tous implémenté et documenté sous une même organisation logique (approche objet).
  - **Pas sûr où publier ça si je l'écris...** Idées ?
  - Un doctorant @ Inria Grenoble voudrait collaborer avec moi sur ça. (Valentin Reis)
  - (en fait, j'aimerais que le rapport s'écrive "tout seul" à partir de ma bibliothèque, pas sûr de comment m'y prendre...)

# Objectifs de recherche pour 2018 II

2. Un algorithme générique pour s'adapter à des récompenses bornées dans un intervalle inconnu.
  - *Difficile,*
  - Déjà très étudié, j'ai besoin de plus travailler l'état de l'art,
  - Motivation très utile en radio : apprentissage par renforcement avec des SNIR, des puissances reçus, etc. Ces mesures sont toujours bornées mais pouvoir s'adapter à leur amplitude peut améliorer les performances.

# Objectifs de recherche pour 2018 III

- ③ Un algorithme générique pour s'adapter à des problèmes avec  $K$  bras mais seulement  $s < K$  ayant des moyennes positives (bandits parcimonieux, "sparse").
  - *Déjà pas mal travaillé dessus* (juillet 2017, mars 2018),
  - Le problème est montré "difficile" si  $s$  n'est pas connu (en résumé : on ne peut pas faire mieux que si  $s = K$ , *i.e.*, un algorithme "sparsity aware" ignorant  $s$  ne peut pas faire mieux qu'un algorithme classique),
  - Et ça me semble assez dur à utiliser en radio intelligente, si  $s$  doit être connu...

↪ un court article à EWRL 2018 (octobre, Lille), rédaction en cours ?

# Objectifs de recherche pour 2018 IV

- ④ Travailler encore un peu sur les bandits multi-joueurs, notamment pour :
- découvrir le nombre de joueurs (☺ j'ai ce qu'il faut),
  - autoriser des arrivées/départs de joueurs, de temps en temps ?
  - autoriser des environnements stochastiques *par morceaux* ?
  - étudier des variantes du modèles (*e.g.*, avec écoute des autres joueurs, cf. article de Sumit Darak et al @ IEEE WCNC 2018)...
  - intégrer des perturbateurs (*jammers*, cf. un autre article de Sumit Darak et al, arXiv:1803.06810)...

↪ un article à IEEE WCNC 2019 ?

# Objectifs de recherche pour 2018 V

- 5. J'ai envie de travailler encore plus sur des approches "black-box wrapper algorithms" : un algorithme générique  $\mathcal{W}$ , qui transforme  $\mathcal{A}$  avec *telle faiblesse* en un algorithme  $\mathcal{A}' = \mathcal{W}(\mathcal{A})$  sans cette faiblesse.
  - Agrégation, "Doubling Trick", "Sparse Wrapper", "Unknown range wrapper", etc. Déjà plusieurs de mes travaux rentrent dans ce cadre !
  - $\implies$  Je verrai bien ma une bonne partie de ma thèse entièrement orientée autour de cette idée...

# Objectifs de recherche pour 2018

*Discussion sur des idées de directions ?*



# Conclusion & Perspectives

*Bilan...*

*Perspectives...*

# Conclusion & Perspectives I

## Une première moitié de thèse efficace

- De la *recherche*, à CentraleSupélec Rennes et Inria Lille, avec mes encadrants (Christophe Moy, Émilie Kaufmann) et un autre doctorant (Rémi Bonnefoi),
- 5 *articles* terminés, dont 3 publiés et présentés (uniquement des conférences),
- d'autres *objectifs* bientôt et pour la suite,
- des *visites* régulières à Lille et Paris,
- des *conférences* et *ateliers* ailleurs en Europe.

# Conclusion & Perspectives II

## Mais aussi pour 2019...

- La même charge d'*enseignement*, à l'ENS de Rennes et l'ENSAI,
- encore quelques heures de *formations* (générales) à Rennes,
- et quelques *conférences* à l'étranger ?
  - Atelier à Rotterdam en mai,
  - ICT à St-Malo en juin,
  - COLT à Stockholm en juillet ?
  - Atelier "*Optimization and Learning*" à Toulouse, en septembre
  - EWRL + PyCON Fr à Lille en octobre
  - URSI AP-RASC à New Delhi en mars 2019 ?
  - IEEE WCNC à Marrakech en avril 2019 ?
  - etc

# Merci

Déjà plus de la moitié de ma thèse.

Et **beaucoup de choses à faire pour la suite & fin...**

*Merci ! :-)*

À l'année prochaine... **pour la soutenance !?**