

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^a 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 😊 !

^aCf. [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^a,
- 1 envoyée,
- 1 en relecture,
- 1 bibliothèque de code, publiée en accès libre...

^aCf. perso.crans.org/besson/me/

Publications depuis l'an dernier II

2 posters, chacun présentés 2 fois :

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

^a Cf. bitbucket.org/scee_ietr/phd-student-day-ietr-2017-bonnefoi-and-besson

^b Cf. team.inria.fr/magnet/workshop-on-decentralized-machine-learning-optimization-and-privacy/

^c Cf. bitbucket.org/lbesson/phd-student-day-ietr-2018

^d Cf. 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^a :
 - 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”*).

^aPlanches et code source en accès libre. Cf.

perso.crans.org/besson/publis/slides/

Publications depuis l'an dernier IV

1. Un article¹ “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...**

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

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

Publications depuis l'an dernier IV

1. Un article¹ “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 article² “maths et théorie + télécom” avec Émilie, avec une nouvelle borne inférieure et de meilleures bornes supérieures pour l'algorithme ρ^{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).

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

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

Publications depuis l'an dernier V

- ③ Un article³ “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.**

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

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

Publications depuis l'an dernier V

3. Un article³ “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 article⁴ “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 !**

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

⁴Cf. [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).
 - Déjà ~ 1000 vues en 3 mois...

6. Et un article⁵ présentant la bibliothèque, **bientôt envoyé au JMLR MLOSS** (revue en ligne, en accès libre).

⁵Cf. 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 μ_1, \dots, μ_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 μ_1, \dots, μ_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 , $\text{DT}(\mathcal{A})$, vérifie une borne similaire, avec une perte constante ℓ , **ou non** :
 - $R_T(\text{DT}(\mathcal{A})) \leq \ell(\text{paramètres pb}) \times f(T)$: bien !
 - $R_T(\text{DT}(\mathcal{A})) \leq \ell(\text{paramètres pb}) \times g(T)$: **moins bien** ! (pour $g(T) \gg f(T)$).

Types de bornes

$c > 0$ est une constante dépendant des paramètres μ_1, \dots, μ_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 $\ell(b, \gamma) = \frac{b^\gamma(b-1)^\gamma}{b^\gamma-1} > 1$,
- \Leftrightarrow en connaissant γ , 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 $R_T \leq \sqrt{T}$ ☹️

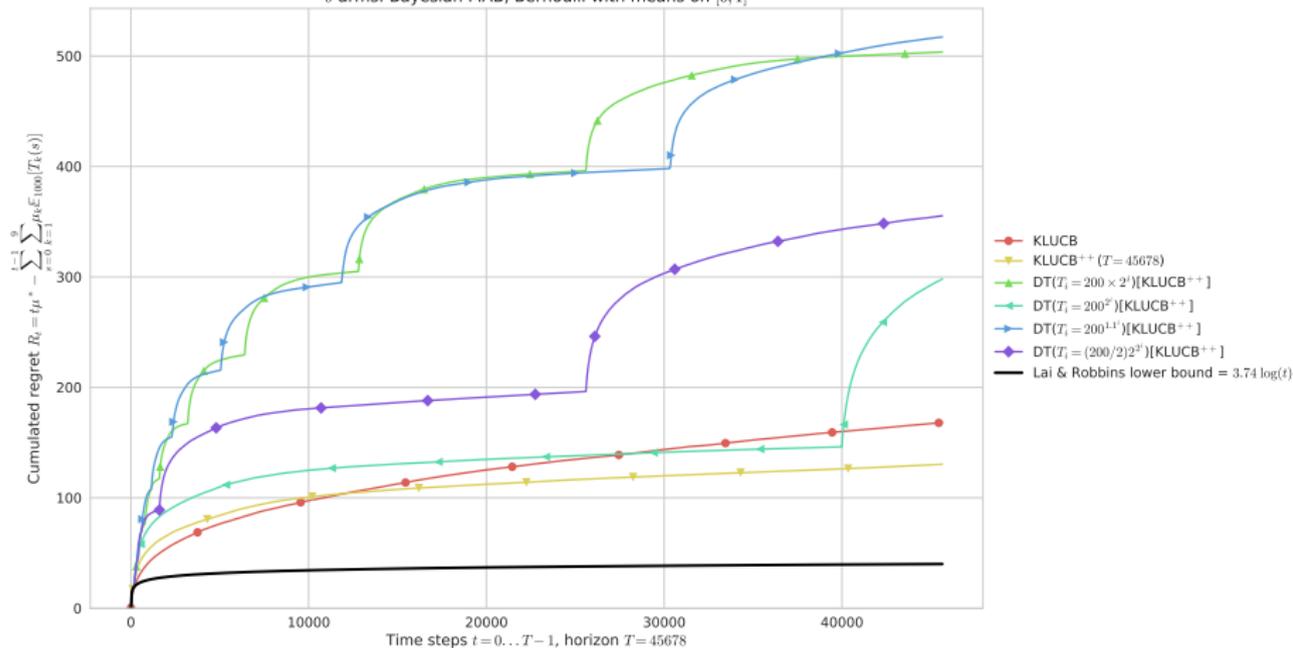
- Pas encore de borne sup ou inf convaincante,
- Transforme $\leq T^\gamma$ en T^{b^γ} , pas génial ($b > 1$)...
- Borne inf a la forme inverse, $\geq T^\gamma$ en $T^{\frac{\gamma}{b}}$...

Conserve bien $R_T \leq \log(T)$ 😊

- Perte constante $\ell(\delta, b) = \frac{b^{2\delta}}{b^\delta - 1} > 1$ (e.g., ≥ 4 pour $\delta = 1$),
- \leftrightarrow en connaissant δ , 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 ~ 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 (\hookrightarrow minimiser la perte constante ℓ !).

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*, 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*, 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 δ, γ 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 théorique⁶, 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 maths⁷ (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.

⁶Cf. perso.crans.org/besson/ensai-2017/

⁷Cf. 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).

⁸Cf. perso.crans.org/besson/publis/slides/

⁹Cf. [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 formations⁸ depuis le lancement en janvier 2017.
- Programmeur passionné, j'essaie de contribuer régulièrement à des projets personnels⁹ et des grands projets *open-source*, surtout en Bash, OCaml, Python et Julia (e.g., bibliothèques *tensorflow*, *keras*, *sphinx-doc*, *scikit-monaco* etc).

⁸Cf. perso.crans.org/besson/publis/slides/

⁹Cf. [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 !?**