

Rapport d'activité 2006-2009

J.-F. Bercher
compilé le 9 mars 2009

INTRODUCTION

Ces quelques pages décrivent mon activité de recherche depuis début 2006, date de l'évaluation précédente. La charge d'un enseignant à l'ESIEE est de 500 heures équivalent TP, et une activité de recherche peut être encouragée par une décharge de 20% d'enseignement, mesure dont j'ai bénéficié. Le renouvellement de cette décharge passe, tous les trois ans, par l'examen d'un rapport de recherche par deux rapporteurs extérieurs à l'institution. Ces lecteurs, que je remercie, pourront retrouver ce document à l'adresse suivante : <http://www.esiee.fr/~bercherj/Documents/RapActivite0609.pdf>. La version pdf contient des liens hypertexte vers l'ensemble des articles référencés (liens PDF dans la biblio).

Depuis début 2008, je suis membre de l'équipe "Signal et Communications" du laboratoire d'Informatique de l'Institut Gaspard Monge (UMR 8049, CNRS IGM-LabInfo). Auparavant, je faisais partie du thème "radiocommunications numériques" de l'équipe Esycom.

J'ai bénéficié en 2007-08 d'une "période de perfectionnement" d'une année, possibilité prévue au statut des personnels de la CCIP. Cette période de perfectionnement s'est déroulée en partie au laboratoire des signaux et systèmes LSS, UMR 8506, (situé à Gif-sur-Yvette dans les locaux de Supélec) dans l'équipe problèmes inverses ; et en partie dans l'équipe "signal et communications" de IGM-LabInfo UMR 8049.

Les recherches que je développe comprennent deux axes très distincts, qui sont menés parfois alternativement, parfois simultanément.

- 1) le traitement et la théorie de l'information, et notamment l'étude de mesures d'information ou de complexité appliqué à l'analyse, le filtrage et la restauration de signaux et images, avec des applications aux télécommunications et à la physique statistique.
- 2) La radiotechnique (statistique) : analyse statistique et calcul de performances pour les émetteurs-récepteurs numériques, développement et caractérisation statistique d'algorithmes de correction, calibration ou contrôle.

— o o O o o —

I. TRAITEMENT ET THÉORIE DE L'INFORMATION

A. Application biologiques

Depuis mon travail de thèse, je m'intéresse à la notion d'entropie, et plus généralement de mesures d'informations, du point de vue des propriétés et caractérisations, comme des applications. Une application pour la caractérisation de séquences d'ADN, et plus exactement la localisation de séquences de promoteurs de transcription a été présentée dans [1]. Nous y avons étudié notamment un classificateur de Bayes naïf qui permet de détecter les séquences promotrices. Ce classificateur peut être relié à des tests sur des divergences de Kullback. Une suite indirecte de ce travail a été ma contribution à [2], où j'ai effectué différents calculs statistiques qui ont permis de corroborer le modèle présenté.

B. Autour de l'entropie de Rényi-Tsallis

Pour deux distributions univariées de densités P et Q , la divergence de Rényi (1961) est

$$D_\alpha(P||Q) = \frac{1}{\alpha - 1} \log \int_{\mathcal{D}} P(x)^\alpha Q(x)^{1-\alpha} dx, \quad (1)$$

où α est un réel positif.

Les applications et domaines d'intérêt pour l'entropie de Rényi sont nombreux : communication et codage, data mining, détection, segmentation, classification, test d'hypothèses, alignement d'images, etc. L'entropie de Rényi joue aussi un rôle central dans la théorie des multifractales. En physique statistique, suivant un article fondateur de Tsallis (1988), une communauté en "nonextensive statistics" s'est développée pour étudier une entropie comparable, et les distributions à Maximum Entropie associées, dites distributions de Tsallis

$$P_\nu(x) = \frac{[1 + \gamma(x - \bar{x})]^\nu}{Z_\nu(\gamma, \bar{x})} Q(x), \quad (2)$$

avec $Z_\nu(\gamma, \bar{x})$ la fonction de partition. Ces distributions, qui exhibent un comportement en loi puissance coïncident remarquablement avec certains jeux de données expérimentales, et semblent apparaître dans des situations à la limite de l'équilibre, ou avec un équilibre déplacé. Elles apparaissent également dans d'autres domaines : réseaux, fiabilité, climatologie, imagerie radar, économétrie...

C. Fonctionnelles d'entropie dérivées de la divergence de Rényi

Dans [3], nous avons montré que les distributions de Tsallis peuvent être déduites à partir d'une approche classique de maximum d'entropie, en prenant en compte une contrainte figurant un système dont l'équilibre est déplacé.

Dans ce contexte, la divergence de Rényi apparaît en sous-produit et la nouvelle solution d'équilibre est solution du problème

$$\mathcal{F}_\alpha^{(C \text{ resp. } G)}(m) = \begin{cases} \min_P D_\alpha(P||Q) \\ \text{s.c. } (C) \quad m = E_P[X] \\ \text{ou } (G) \quad m = E_{P^*}[X] \\ \text{et } \int_{\mathcal{D}} P(x) dx = 1 \end{cases} \quad (3)$$

On a considéré une contrainte de moyenne classique (C) et une contrainte "généralisée" (G) telle que celle qui est employée par les physiciens de la communauté de physique statistique nonextensive. A l'optimum, la solution du problème est une fonctionnelle de m , $\mathcal{F}_\alpha^{(C)}(m)$ ou $\mathcal{F}_\alpha^{(G)}(m)$.

Il est alors légitime de s'intéresser aux propriétés et caractérisations de ces "fonctionnelles entropiques". Ceci a fait l'objet du travail présenté en [4]. Nous y avons étudié et donné les formes et propriétés des solutions à maximum d'entropie, et des deux fonctionnelles associées, indexées par le paramètre α . La forme exacte (2) des distributions solution

a été donnée et discutée. On a montré que les fonctionnelles $\mathcal{F}_\alpha^{(\cdot)}(m)$ sont simplement liées aux fonctions de partition. Les propriétés générales de ces fonctionnelles, comprenant la non-négativité, la convexité, ont été établies. On a aussi montré comment les solutions peuvent être obtenues numériquement, quand bien même la formulation fait intervenir des fonctions implicites. Une divergence dans l'espace objet, qui se réduit à une divergence de Bregman quand $\alpha \rightarrow 1$ a été introduite. Différents exemples ont été traités, et on a vérifié que lorsque $\alpha \rightarrow 1$, on retrouve des entropies classiques.

D. Maximum d'entropie et fluctuations des contraintes

La distribution de Tsallis (2) peut être aussi obtenue comme un mélange de distributions en faisant varier, suivant une loi gamma, le paramètre naturel d'une loi exponentielle. À partir de cette remarque, une théorie des 'Superstatistics' a fait l'objet d'une série de publications depuis 2003. Pour expliquer comment le paramètre naturel d'une loi de Boltzmann-Gibbs pouvait fluctuer, nous avons proposé que l'équilibre pouvait être décrit comme une solution à Maximum d'entropie avec contraintes aléatoires. Dans ce cadre, les fluctuations des contraintes entraînent d'autres fluctuations sur le paramètre de Lagrange associé, ce qui ramène aux Superstatistics. Nous avons ensuite considéré l'exemple naturel dans lequel les fluctuations sur les contraintes se font suivant une loi Gamma. Dans ce cas, la distribution résultante est une K-distribution, dont il se trouve qu'elle a des propriétés intéressantes et de nombreuses applications en imagerie radar, ultrasons, scintillation optique, etc. Ce travail a été décrit dans [5].

E. Distribution de Tsallis et queues de distributions

Une caractéristique importante de la distribution de Tsallis (2) est son comportement en loi puissance. Compte tenu de l'importance de ces lois, souvent utilisées pour modéliser les queues de distribution, nous nous sommes intéressés aux relations entre une distribution et sa queue. Plus exactement, nous avons recherché quelles seraient les queues à maximum d'entropie, sous une certaine contrainte de distance à la distribution initiale. Le lecteur ne sera pas surpris par le fait que ces queues à maximum d'entropie sont justement les distributions de Tsallis. Ceci est décrit dans [6].

En réalité, ceci n'est pas complètement fortuit : nous avons observé qu'un théorème sur la distribution des excès au dessus d'un seuil, le théorème de Pickands (1975), montre que dès que les distributions sont dans le domaine d'attraction des distributions extrêmes, alors la distribution des excès converge vers la distribution de Pareto Généralisée, qui n'est autre que la distribution de Tsallis. Dans [7], nous montrons, avec C. Vignat, que la distribution des excès converge vers une distribution de Tsallis, et que dans le même temps, la solution d'un problème de maximum d'entropie généralisée converge vers cette même solution, ce qui justifie asymptotiquement de l'utilisation des entropies de Rényi-Tsallis.

Ceci fournit en outre une explication possible pour l'apparition des distributions de Tsallis dans un certain nombre de domaines [8] : la distribution des excès converge vers une distribution de Tsallis et cette distribution est de plus stable par seuillage. Dès qu'un système comprend un seuillage, ou une série de seuillages d'une distribution sous-jacente, alors la loi limite converge vers une distribution de Tsallis, et cette

loi d'équilibre pourra être décrite comme une distribution à maximum d'entropie de Rényi-Tsallis.

La poursuite de ces travaux comprend le prolongement de ces résultats au cas multivariable, avec en particulier l'étude des dépendances implicites qui apparaissent dans les lois à maximum de Rényi entropie. Ceci pourrait rejoindre les problématiques de "longues dépendances". À partir de cette idée d'analyse de dépendances statistiques dans les lois, nous avons encadré (avec Ali Mohamad-Djafari) un étudiant de Master Recherche sur le thème "apport de la théorie des copulas pour la reconstruction en tomographie" (les copulas permettant de mesurer des dépendances statistiques). Une communication [9] a été présentée à l'issue de ce travail.

L'existence d'une géométrie particulière sous jacente à la famille (2), à l'image de la géométrie des familles exponentielles, est également un sujet d'intérêt. La divergence de Bregman déformée que l'on a obtenue dans [4] est un premier élément. Il serait également intéressant d'explorer les connections avec les théories des multifractales où l'entropie de Rényi semble avoir un rôle important. Les lois d'échelle, et sous une certaine forme les lois de Tsallis, apparaissent également dans certains processus multiplicatifs. La communication invitée [10] présente une synthèse de quelques idées sur des raisons possibles de l'apparition des entropies de Rényi-Tsallis et des distributions associées. Je m'intéresse également à comprendre quelles sont les propriétés implicites imposées aux solutions à maximum d'entropie par le choix de la fonctionnelle d'entropie. Enfin, une application de ces résultats à des problèmes de reconstruction d'image pourrait faire l'objet d'un stage ingénieur.

F. Minimum de l'information de Fisher

L'information de Fisher est d'une importance fondamentale en théorie de l'estimation. Elle sert également dans des problèmes d'inférence et d'interprétation de nombreux processus physique. Avec C. Vignat, nous avons déjà considéré des relations entre l'information de Fisher et l'entropie de Shannon, définissant le fameux "Fisher-Shannon information plane", qui a fait école. Nous avons également étudié la transformation de l'information de Fisher par des systèmes singuliers. Nous nous sommes récemment intéressés à la minimisation de l'information de Fisher sous contrainte de variance et de support. Ceci revient à rechercher et caractériser les distributions de support limité, dont l'information de Fisher (relative au paramètre de localisation), soit la plus faible, ce qui indique que le paramètre correspondant, par l'inégalité de Cramér-Rao, est le plus délicat à estimer. L'intérêt est bien sûr que dans nombre de cas pratiques, on sait que les distributions sont à support limité, par exemple à un intervalle, ou aux réels positifs. Dans l'article actuellement soumis [11], nous présentons les expressions explicites des solutions sur \mathbb{R}^+ et sur un intervalle, on décrit leur comportement, et celui de l'information de Fisher associée. Des prolongations de ce travail, qui nous a quand même occupé ces derniers mois, sont possibles, dans le cas multivarié par exemple, ou encore (travail en cours) pour l'analyse des distributions conjointement difficiles, au sens de l'information de Fisher, pour le paramètre de localisation et le paramètre d'échelle. Ces travaux rejoignent les préoccupations que nous avons exposées dans le cadre de la demande d'un PEPS avec des chercheurs de Grenoble.

II. RADIOTECHNIQUE

Je participe depuis quelques années à différents travaux autour des architectures radio. Mes intérêts et apports dans ces recherches sont en particulier les aspects modélisation statistique, et le développement de solutions issues des techniques de traitement du signal pour la correction et la synchronisation.

A. Boucle à verrouillage de phase numérique

Une des possibilités est d'aller vers des architectures entièrement numériques. Dans cette direction, j'ai coencadré, avec G. Baudoin (directrice de thèse), la thèse Cifre de C. Joubert en convention Cifre avec St Microelectronics, (RF Expertise Center - Cellular Terminal Division), sur l'analyse et l'optimisation d'architectures fondées sur une boucle à verrouillage de phase numérique. Nous avons en particulier proposé un modèle comportemental complet du système, qui permet de le simuler avec une charge en calcul très raisonnable. L'article de congrès [12] présente ce modèle. Nous avons également développé des algorithmes rapides permettant d'alléger l'implantation [13], et calculé explicitement la dsp du bruit de phase correspondant à la structure [14]. Un prototype d'un émetteur FM employant cette PLL et implantant sur silicium les algorithmes développés a été réalisé et validé.

B. Architecture polaire avec codage Sigma-Delta

Les contraintes posées pour la réalisation des émetteurs radio amènent à sélectionner des solutions de type polaire, où le signal est décomposé en un module (l'enveloppe) et une phase (le cosinus de la phase). Cette décomposition polaire, plutôt que la classique décomposition en phase et quadrature, permet d'utiliser des amplificateurs à haut rendement, puisque le signal présenté à l'amplificateur est de type enveloppe constante (l'enveloppe est restaurée en sortie en modulant la tension d'alimentation). Avec Corinne Berland, nous avons proposé d'utiliser un codage sigma-delta qui permet d'obtenir des performances comparables à l'aide de dispositifs existants. Cette modification de l'architecture l'EER a abouti à une nouvelle architecture d'émetteur complètement numérique. (C. Berland a encadré une étudiante en convention Cifre avec STMicroelectronics Crolles pour la réalisation matérielle de cette architecture dans le cadre d'un financement CIFRE). Un brevet (en une version nationale 2005 et une internationale 2006) a été déposé [15]. Dans le cadre de ce travail, le but étant de retrouver un signal modulé « normal », la restauration de la variation de l'enveloppe se fait en sortie de l'amplificateur de puissance par une simple opération de filtrage. L'avantage de cette architecture réside dans le fait que le signal à l'entrée de l'amplificateur est à enveloppe constante. L'amplification peut être réalisée par tout type d'amplificateur (A, B, AB, C, E) et permet d'optimiser les rendements. Ceci est décrit dans l'article [16].

C. Synchronisation des voies dans les architectures polaires

Dans une architecture polaire, le signal d'enveloppe et le signal de phase subissant des traitements différents, une désynchronisation entre l'enveloppe et la phase peut apparaître. Cette désynchronisation entraîne une remontée du plancher de bruit et une augmentation de l'EVM (Error Vector Magnitude). Ce problème devient d'autant plus crucial que la

période symbole diminue, avec l'augmentation des débits. Par ailleurs, les caractéristiques analogiques sont affectées par des dérives dans le temps, par une variation avec la température et par un effet de vieillissement. Enfin, les solutions sont de plus en plus multimodes et les caractéristiques peuvent varier lorsque l'on passe d'un mode à un autre.

Nous avons proposé un premier algorithme de correction dans [17]. Nous avons alors été invités à prolonger ce travail et soumettre une version étendue sous forme d'un article de revue. En nous appuyant sur les statistiques de signaux, nous avons montré d'une part que la synchronisation ne peut pas être effectuée en aveugle et nécessite une boucle de retour. Le principe de correction est simplement d'ajuster des paramètres afin de minimiser l'erreur quadratique d'entrée sortie, à l'aide d'un algorithme stochastique. La procédure emploie une étape d'interpolation numérique qui a été discutée. Nous avons caractérisé analytiquement le comportement de l'algorithme (vitesse de convergence, biais, variance) à l'aide d'un 'toy model', et ces résultats confrontés à des simulations numériques. L'ensemble a été validé sur un modèle de modulation OFDM [18].

Nous avons ensuite développé une version sous optimale, qui permet d'alléger notablement l'implantation numérique comme la réalisation en hardware, en évitant de devoir effectuer une démodulation en quadrature qui peut être remplacée par une conversion directe. Le domaine de convergence de ce nouvel algorithme a été caractérisé. Nous avons également vérifié analytiquement que ces solutions sont robustes à une mauvaise connaissance du gain ou à un offset de phase ; mais bien entendu au prix d'une augmentation de la variance d'estimation. Nous avons alors développé une extension de la procédure permettant de prendre en compte et compenser ces méconnaissances. Enfin, nous avons étudié le comportement de cette solution en contexte non stationnaire. Un article reprenant ces différents résultats est actuellement soumis [19]. Nous avons d'ores et déjà prolongé ces résultats, analytiquement et en simulation, à l'architecture LINC, potentiellement très performante, mais qui confrontée aux mêmes types de désynchronisation, peut-être de manière plus aigüe encore. Une autre perspective consistera à également prendre en charge des ondulations résiduelles du gain dans la bande passante.

La conception et l'optimisation des émetteurs numériques semble ainsi pouvoir bénéficier de l'apport d'outils de traitement du signal pour l'optimisation de la "dirty RF" : c'est le point de vue présenté dans [20] (Conférence invitée - C. Berland).

D. Référence très haute fréquence stabilisée à base de BAW

Du point de vue des émetteurs, il convient de contrôler les différentes dérives possibles (température, alimentation, vieillissement) et stabiliser le fonctionnement, au cours du cycle de vie du mobile, et ce, d'autant plus que les fréquences de fonctionnement sont élevées. Il convient également de concevoir des solutions qui prennent en compte la variabilité statistique des composants et réalisations, et comprennent une dimension fiabilité. Des solutions sont étudiées pour un oscillateur à très hautes fréquences réalisé chez Nxp par Pierre Guillot dans le cadre de sa thèse, à l'encadrement de laquelle je participe (Coencadrement C. Berland/J.-F. Bercher). Une première étude sur la réalisation d'une référence très haute

fréquence – 2GHz, construite autour d’un BAW, est présentée dans [21], où l’on décrit les caractéristiques du système, notamment le dimensionnement d’une banque de capacités qui servira à contrôler la fréquence de l’oscillateur. La réalisation correspondante est décrite dans [22], ainsi que dans la publication soumise [23] où l’on présente également des résultats de mesures. La caractérisation du système impose d’estimer ses différents paramètres, et de poursuivre leur évolution éventuelle. Ensuite, il s’agit, via un modèle d’évolution du système, de contrôler celui-ci. Pour ces étapes d’estimation et de contrôle, nous développons une solution fondée sur une modélisation d’état et un filtrage de Kalman. À suivre...

E. Échantillonnage très large bande

Du point de vue des récepteurs, dans le front-end avant le filtre de Nyquist, c’est-à-dire en amont des algorithmes de traitement bien connus, différents problèmes d’optimisation peuvent être abordés. Il est possible technologiquement d’échantillonner très tôt le signal RF et de disposer de capacités de traitement numérique du signal. Les points qui sont d’intérêt sont : l’échantillonnage RF, avec ou sans parallélisme, l’optimisation de la quantification, la suppression d’interférences, etc. Une thèse Cifre avec Nxp a débuté en octobre dernier sur ce thème (thèse d’Amandine Lesellier - coencadrement J.-F. Bercher / O. Venard), avec une application aux récepteurs de télévision numérique multicanaux. Le problème est de pouvoir accéder simultanément à plusieurs canaux, 5 typiquement, situés quelque part dans une bande de 1 GHz. Le problème est donc de trouver une procédure d’échantillonnage très large bande, permettant de préserver plusieurs sous-bandes de localisations aléatoires. Pour ce travail, on a commencé à étudier des solutions autour de l’utilisation de bancs de filtres hybrides analogique/numérique, avec une condition de reconstruction parfaite. On s’intéresse également aux possibilités d’utiliser des résultats sur l’échantillonnage non-uniforme, ou aléatoire, qui permet de dépasser la condition d’échantillonnage de Shannon (Whittaker).

MISCELLANÉES

Dans ce type d’exercice, on a aussi coutume de citer les prix, médailles, reconnaissances obtenues comme l’appartenance à des sociétés savantes dont le nom contient des lettres grecques. Rien en ce qui me concerne. Néant. Tout juste quelques activités de relecture pour les revues IEEE trans. on Signal Processing, pour Signal Processing (version Elsevier), et pour Physics Letters A.

Je dois encore citer un petit chapitre sur le traitement d’antenne, [ici](#), d’un ouvrage collectif “Antennes” à paraître chez Dunod en 2009.

Avec les membres de l’équipe du LIGM, nous avons proposé une spécialité “Signal Image et Son (SIS)” (accessible également aux élèves de l’ESIEE) dans le cadre du Master d’informatique, nous avons rédigé les programmes d’enseignement et cette spécialité pourrait ouvrir à la prochaine rentrée universitaire.

RÉFÉRENCES

- [1] J.-F. Bercher, P. Jardin, and B. Duriez, “Bayesian classification for promoter prediction in human DNA sequences,” in *AIP Conference Proceedings - Twenty sixth International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering*, vol. 872, 2006, pp. 235–242. [PDF](#)
- [2] B. Duriez, P. Duquesnoy, E. Escudier, A. Bridoux, D. Escalier, I. Rayet, E. Marcos, A. Vojtek, J. Bercher, and S. Amselem, “A common variant in combination with a nonsense mutation in a member of the thioredoxin family causes primary ciliary dyskinesia,” *PNAS - Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 104, no. 9, pp. 3336–41, Feb. 2007, PMID : 17360648. [PDF](#)
- [3] J.-F. Bercher, “An amended MaxEnt formulation for deriving Tsallis factors, and associated issues,” in *AIP Conference Proceedings - Twenty sixth International Workshop on Bayesian Inference and Maximum Entropy Methods in Science and Engineering*, A. Mohammad-Djafari, Ed., vol. 872, Nov. 2006, pp. 441–448. [PDF](#)
- [4] J.-F. Bercher, “On some entropy functionals derived from Rényi information divergence,” *Information Sciences*, vol. 178, pp. 2489–2506, Jun. 2008. [PDF](#)
- [5] J.-F. Bercher, “Maximum entropy with fluctuating constraints - The example of K-distributions,” *Physics Letters A*, vol. 372, no. 24, pp. 4361–4363, Jun. 2008. [PDF](#)
- [6] J.-F. Bercher, “Tsallis distribution as a standard maximum entropy solution with ‘tail’ constraint,” *Physics Letters A*, vol. 372, no. 35, pp. 5657–5659, Aug. 2008. [PDF](#)
- [7] J. F. Bercher and C. Vignat, “An entropic view of Pickands’ theorem,” in *International Symposium on Information Theory ISIT2008*, Toronto, Jul. 2008. [PDF](#)
- [8] J.-F. Bercher and C. Vignat, “A new look at q -exponential distributions via excess statistics,” *Physica A*, vol. 387, no. 22, pp. 5422–5432, Sep. 2008. [PDF](#)
- [9] A. Mohammad-Djafari, D. Pougaza, and J. Bercher, “Copula and tomography,” in *International Conference on Computer Vision Theory and Applications*, Lisbon, Portugal, Feb. 2009. [PDF](#)
- [10] J.-F. Bercher, “Possible rationales for Rényi-Tsallis entropy maximization,” in *International Workshop on Applied Probabilities (IWAP2008)*, Compiègne, Jul. 2008. [PDF](#)
- [11] J.-F. Bercher and C. Vignat, “A note on minimum Fisher information distributions with restricted support and fixed variance,” *Submitted to Information Sciences*, Mar. 2009. [PDF](#)
- [12] C. Joubert, J.-F. Bercher, G. Baudoin, T. Divel, S. Ramet, and P. Level, “Time behavioral model for phase-domain ADPLL based frequency synthesizer,” in *Radio and Wireless Symposium, 2006 IEEE*, 2006, pp. 167–170. [PDF](#)
- [13] C. Joubert, J.-F. Bercher, and G. Baudoin, “Contributions to the analysis and design of an ADPLL,” in *13th IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems, 2006. (ICECS) 2006.*, 2006, pp. 322–325. [PDF](#)
- [14] G. Baudoin, J.-F. Bercher, and C. Joubert, “Calcul théorique du bruit de phase dû au dithering dans un oscillateur contrôlé numériquement,” in *Journées Nationales Microondes 2007*, may 2007. [PDF](#)
- [15] C. Berland, J. F. Bercher, I. Hibon, M. Villegas, D. Belot, D. Pache, V. Le Goasoz, “US Patent US2006034391A1 : Digital Transmitter Architecture,” Feb. 2006. [PDF](#)
- [16] C. Berland, I. Hibon, J.-F. Bercher, M. Villegas, D. Belot, D. Pache, and V. L. Goasoz, “A transmitter architecture for nonconstant envelope modulation,” *IEEE transactions on Circuits and Systems II*, vol. 53, no. 1, pp. 13–17, 2006. [PDF](#)
- [17] J.-F. Bercher and C. Berland, “Envelope/phase delays correction in an EER radio architecture,” in *Electronics, Circuits and Systems, 2006. ICECS '06. 13th IEEE International Conference on*, 2006, pp. 443–446. [PDF](#)
- [18] J.-F. Bercher and C. Berland, “Envelope and phase delays correction in an EER radio architecture,” *Analog Integrated Circuits and Signal Processing*, vol. 55, pp. 21–35, Apr. 2008. [PDF](#)
- [19] J.-F. Bercher and C. Berland, “Adaptive delays alignment in polar transmitter architecture,” *IEEE trans. on Circuits and Systems*, vol. very near submission, 2009. [PDF](#)
- [20] C. Berland, J.-F. Bercher, and O. Venard, “Digital signal processing techniques to compensate for RF imperfections in advanced transmitter architectures,” in *European Wireless Technology Conference (EuWit2008)*, Amsterdam, Oct. 2008. [PDF](#)
- [21] P. Guillot, C. Berland, J.-F. Bercher, and P. Philippe, “A 2GHz 65nm CMOS digitally-tuned BAW oscillator,” in *International Conference on Electronics Circuits and Systems (ICECS2008)*, Malta, Sep. 2008. [PDF](#)
- [22] P. Guillot, P. Philippe, C. Berland, and J.-F. Bercher, “Faisabilité de référence haute fréquence pour les architectures RF,” in *Journées Nationales Microondes 2009*, may 2009. [PDF](#)
- [23] P. Guillot, P. Philippe, C. Berland, and J.-F. Bercher, “Low noise high resolution silicon-based high frequency reference,” *submitted to IEEE Microwaves and wireless components letters*, Feb. 2009. [PDF](#)