



BILAN D'ÉVALUATION DU PROJET PNR Technologie & Industrie

1. DOMICILIATION DU PROJET

Organisme de domiciliation

USTHB

Organisme pilote

CERIST

2. IDENTIFICATION DU PROJET

Intitulé du projet:	Biométrie et Reconnaissance Vocale dans les Communications Mobiles
Intitulé du domaine	DOMAINE 6 : DOMAINES EMERGENTS
Intitulé de l'axe	Axe 3 : Traitement de la Parole
Intitulé du thème	Thème 4 : Biométrie Vocale

3. IDENTIFICATION DE L'ÉQUIPE DE RECHERCHE

Chef de projet		
Nom et Prénom	Grade	Etablissement de rattachement
DEBYECHE Mohamed	Professeur	USTHB

Equipe de recherche			
Nom et prénom	Grade	Etablissement de rattachement	Observation
Mr DEBYECHE Mohamed	Prof	USTHB	actif
Mr AMROUCHE Abderrahmane	Prof	USTHB	actif
Mr SELOUANI Sid Ahmed	Prof	Université de Moncton (Canada)	actif
Mr AKLOUF Youcef	MC-A	Algérie Télécom	actif
Mr KROBBA Ahmed	MAB	USTHB	actif
Melle YESSAAD Dalila	Doctorante	USTHB	actif

4. PARTENAIRE SOCIO-ECONOMIQUE

Type de partenaire impliqué	Identification du partenaire
Ministère	
Entreprise	
Organisme	Groupe Algérie Télécom

5- RAPPEL DES OBJECTIFS DU PROJET FIXES INITIALEMENT

Les objectifs assignés au projet BioVOCOM sont multiples et peuvent être résumés ainsi :

1- Objectifs scientifiques :

- a. Développement de méthodes et d'algorithmes pour la paramétrisation du signal vocal
- b. Développement de méthodes et d'algorithmes de reconnaissance automatique efficaces
- c. Développement de la reconnaissance vocale en langue Arabe, langue peu dotée en la matière
- d. Etude des codecs GSM, GSM EFR, G729 et du transcodage de parole
- e. Formation par la recherche pour les doctorants (des soutenances de thèses de Doctorat sont prévues à l'issue du projet).
- f. Publications scientifiques

2- Objectifs techniques :

- a. Maîtrise des systèmes de communications mobiles
- b. Maîtrise des codecs GSM , GSM EFR et G729
- c. Elaboration de base de données parole transcodées GSM et G729, en particulier pour l'Arabe
- d. Introduction des techniques de reconnaissance vocale dans les systèmes de communication mobiles.
- e. Introduction des techniques de biométrie vocale dans les sciences criminelles et pour le domaine sécuritaire et judiciaire.

3- Objectifs technologiques :

- a. Développement des technologies langagières (ou technologies de la langue)
- b. Développement de technologies utiles dans le domaine sécuritaire et judiciaire
- c. Apport technologique dans les systèmes de communication

4- Objectifs socio-economiques et/ socioculturels

- a. Participer à la modernisation des systèmes de communication mobiles nationaux
- b. Doter les organes de souveraineté (Gendarmerie Nationale, Services de Sécurité, etc.,) d'outils efficaces pour l'investigation, la sécurité et la prévention.
- c. Participer à la mise au point d'équipements modernes dans le domaine judiciaire (le détecteur de mensonge est basée sur une technologie largement dépassée).
- d. Renforcement de capacités scientifiques nationales

6- TACHES PREVUES ET REALISEES

Tâches prévues dans le projet	Tâches effectivement réalisées
<p>1. La mise à jour des connaissances sur :</p> <ul style="list-style-type: none"> • les normalisations ITU relatives aux systèmes de communications mobiles et IP, notamment les recommandations du 3GPP. • les règles définissant la biométrie vocale pour des applications en sciences criminalistiques • les applications existantes. 	<p>Tâches entièrement réalisées</p>
<p>2. Le choix de l'architecture du système de reconnaissance Vocale</p>	<p>Tâche réalisée</p> <p>L'architecture retenue comporte 3 étapes;</p> <ul style="list-style-type: none"> -Acquisition et paramétrisation du signal vocal -Modélisation - Decision de reconnaissance
<p>3. La paramétrisation du signal vocal (Front-End)</p>	<p>Tâche réalisée</p> <p>Plusieurs techniques de paramétrisation ont été utilisées: MFCC, PLP, RASTA-PLP, GFCC, LSF, LPCC, Résidual LP</p>
<p>4. L'étude des techniques de reconnaissance (GMM, HMM, ANN, SVM, Hybride, ...)</p>	<p>Tâche entièrement réalisée</p> <p>Plusieurs techniques de reconnaissance originales ont été développées:</p> <ul style="list-style-type: none"> -GMM, GMM-UBM HMM, HMM-SVM SVM, GMM-SVM Fusion de Modèles
<p>5. L'étude des Codecs (GSM EFR, G729, G729b) et transcodage de la base de données ARADIGITS</p>	<p>Tâche entièrement réalisée</p> <p>Tous les codecs mentionnés ont été mis en oeuvre avec transcodage de la base ARADIGITS selon les deux Protocoles GSM-EFR et G729.</p>
<p>6. La reconnaissance de locuteurs avec parole reconstituée (Codec GSM et G729) en milieu calme et bruité.</p>	<p>Tâche entièrement réalisée</p> <p>Des systèmes de reconnaissance de locuteurs (Identification et Vérification) ont été mis en oeuvre suivant les approches de reconnaissance développées au point 4.</p>
<p>7. Introduction des techniques de biométrie vocale dans les sciences criminalistiques et pour le domaine sécuritaire et judiciaire.</p>	<p>Pour atteindre cet objectif, nous avons initié une collaboration traduite par l'encadrement d'une thèse de Doctorat au niveau de la Gendarmerie Nationale sur le thème de la Reconnaissance Vocale dans les Sciences criminalistiques.</p> <p>En plus de l'encadrement de la thèse sus-citée, notre apport s'est traduit aussi par notre contribution au Master Criminalistique en collaboration avec La Gendarmerie Nationale à l'USTHB.</p>
<p>8. Apport technologique dans les systèmes de communication</p>	<p>Les outils logiciels et algorithmes développés dans le cadre de ce projet constituent une contribution effective dans le développement de prototypes pour les systèmes de communication intelligents.</p>

<p>9. Participer à la mise au point d'équipements modernes dans le domaine judiciaire (le détecteur de mensonge est basée sur une technologie largement dépassée) et Renforcement de capacités scientifiques nationales</p>	<p>Les logiciels et algorithmes développés dans le cadre de ce projet qui feront l'objet de prototypes peuvent être intégrés dans les systèmes de biométrie utilisés par les services de sécurités.</p> <p>Le développement de ces outils participe au renforcement des capacités scientifiques nationales dans ce domaine</p>
<p>10. Formation par la recherche pour les doctorants (des soutenances de thèses de Doctorat sont prévues à l'issue du projet). Publications scientifiques</p>	<p>Des soutenances de Magister, de Master ont été réalisées.</p> <p>- Des thèses de Doctorat sont en cours de soutenance</p> <p>Plusieurs publications internationales, ainsi que des communications internationales et nationales ont été produites.</p>

Résultats obtenus

Nous pouvons considérer que les objectifs scientifiques de ce projet ont été atteints. Ainsi, ce projet a permis en terme de formation par la recherche de finaliser 2 thèses de Doctorat en cours de soutenance (travail finalisé, dossier de soutenance en voie de soumission aux organes scientifiques), la soutenance de 10 Magisters et 9 mémoires de Master.

Les résultats obtenus, ont également fait l'objet de 07 publications internationales, 08 publications dans des proceedings édités, et plus de 16 communications internationales et nationales.

Les prototypes des techniques implémentées sont disponibles :

- Reconnaissance du locuteur par MFCCs et UBM-GMM.
- Reconnaissance robuste par modèle auditif, formants et MFCCs (télécommunications mobiles).
- Métriques rythmiques intégrées au front-end.
- Framework génétique pour optimiser l'approche multi variable des paramètres.
- Nouvelle méthode de rehaussement PKLT-VRE en milieu bruité prête à être utilisée en télécommunications mobiles.

Nous pouvons considérer que les travaux élaborés dans ce projet ont été menés à terme; ils serviront au développement avec le **groupe Algérie télécom** d'applications mobiles des systèmes de reconnaissance de locuteurs (identification et vérification) entrant dans le cadre de développement de la biométrie vocale à travers les réseaux de communications mobiles.

Contraintes Rencontrées :

La validation de certaines techniques en particulier les techniques originales produites de ce projet tel que la MaxEnt/SVM nécessitent plus de temps pour leur mise à l'épreuve.

L'introduction des techniques développées nécessitent certaines précautions pour leur introduction on-line dans le réseau de l'opérateur qui a une vocation économique et commerciale.

A. Grille d'évaluation

1. Objectifs

critère	Description par le porteur du projet	A	B	C
Conformité	La réalisation du projet a été conforme aux termes du cahier de charge.	X		
Innovation	Idée novatrice: développement de la reconnaissance de locuteurs dans le domaine comprimé, développement de nouvelles méthodes de réhaussement de la parole pour les communications mobiles et développement d'outils pour la reconnaissance distribuée.		X	
Taux de réalisation	90%		X	
Méthodologie	La méthodologie retenue pour la conduite de ce projet comportait quatre étapes: les étapes 1 et 2 ont été entièrement réalisées. L'étape 3 a connu une réalisation totale en simulation. L'étape 4 de validation a donné lieu à la valorisation des travaux par des soutenances et des publications.	X		

2. Résultats

Critère	Description par le porteur du projet	A	B	C
Brevets d'invention				X
Brevets d'innovation	En cours		X	
Implication et satisfaction du partenaire socio économique (attestation ou convention)	Le partenaire est impliqué dans le projet à travers une convention signée.			
Prototype	Possibilité de prototypes pour: <ul style="list-style-type: none"> • Paramétrisation à partir du bit-stream • Réhaussement de la parole par la méthode originale PKLT-VRE 			
Logiciels	De nombreux logiciels ont été développés:	X		

	<p>paramétrisation (MFCC, PLP, LSF, Bit-streams,...)</p> <p>Reconnaissance: GMM, GMM/UBM, HMM, SVM, GMM/SVM, HMM/SVM, PCA-GMM/SVM</p> <p>Codage GSM-EFR(2G), G729, G7222AMR</p>			
Coopération internationale	Coopération avec l'université de Moncton Canada et l'université de Valenciennes France.	X		
Publications (nationales, internationales)	<p>Publications internationaux (journaux, revues et ouvrages)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Yessad, A. Amrouche. "Robust regression fusion of GMM-UBM and GMM-SVM normalized scores using G729 bit-stream for speaker recognition over IP", the International Journal of Speech Technology, Springer Eds., in press (available on line 8 th. Aug. 2013) 2. Saadoun, A. Amrouche, S.-A. Selouani, Perceptual subspace speech enhancement using variance of the reconstruction error, Digital Signal Processing, Elsevier Eds, in press (available on line 18 th. Sept. 2013) 3. Saadoun, A. Amrouche, S.-A. Selouani, "MCRA noise estimation for KLT-VRE-based speech enhancement.", the International Journal of Speech Technology, Vol. (16):1, Springer Eds., pp. 333-339, 2013. 4. M. F. Chowdhury, S.-A. Selouani, D. O'Shaughnessy, "Bayesian On-Line Spectral Change Point Detection: A Soft Computing Approach for On-Line ASR", the International Journal of Speech Technology, Vol. (15):1, Springer Eds., pp. 5-23, 2012. 5. S.-A. Selouani, "Identification et vérification du locuteur distribuées dans les communications mobiles", Chapitre de livre : Techniques de biométrie, Editions Hermès, France, 2012. 6. M. F. Chowdhury, S.-A. Selouani and D. O'Shaughnessy, "Voice Biometrics: Speaker Verification and Identification", Chapter in Signal and Image Processing for Biometrics, Wiley eds., 2012. 7. Amrous A.I., Debyeche M., and Amrouche, A., "Robust Arabic speech recognition in noisy environments using prosodic features and formant", <i>International Journal of Speech Technology</i>, Springer-Verlag Ed, ISSN 1381-2416, Vol.14, N°. 4, pp. 351-359, 2011. http://www.springerlink.com/content/1381-2416/14/4/ <p>Publications internationales dans des Proceedings édités:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1 Lalouani Bouchakour and Mohamed Debyeche "Prosodic Features and Formant Contribution for Speech Recognition System over Mobile Network", Herrero & al. 	X		

	<p>(Eds), SOCO 2013, Advances in Intelligent and Soft Computing, Vol. 239, pp. 131-140, ISSN 2194-5357, Springer-Verlag, 2013. http://soco.usal.es/soco2013/</p> <p>2 Azzedine Touazi and Mohamed Debyeche "New Encoding Algorithm for Distributed Speech Recognition Based on DTFS Transform", A. Elmoataz et al. (Eds): ICISP 2012, Lecture Notes in Computer Sciences, Vol. 7340, pp. 547-554, ISSN 0302-9743, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. ISBN 978-3-642-31253-3</p> <p>3 Anissa Imen Amrous and Mohamed Debyeche "Robust Arabic Multi-stream Recognition System in Noisy Environment", A. Elmoataz et al. (Eds): ICISP 2012, Lecture Notes in Computer Sciences, Vol. 7340, pp. 581-588, ISSN 0302-9743 , Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2012. ISBN 978-3-642-31253-3</p> <p>4 Yessad, D., Amrouche, A. SVM based GMM supervector speaker recognition using LP residual signal. A. Elmoataz et al. (Eds): ICISP 2012, Lecture Notes in Computer Sciences, Vol. 7340, pp. 579-586, ISSN 0302-9743, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. ISBN 978-3-642-31253-3</p> <p>5 Asbai N., Amrouche A. and Debyeche M, "Performances evaluation on GMM-UBM and GMM-SVM for speaker recognition in realistic world", B.-L. Lu, L.Zhang and J.Kwok (Eds), ICONIP 2011, Lecture Notes in Computer Sciences, Vol. 7063, pp. 284-291, ISSN 0302-9743, Springer-Verlag, 2011. http://www.springerlink.com/.../WP1K0Q853WR1N25...</p> <p>6 Yessad, D., Amrouche, A. and Debyeche, M, "Influence of G729 speech coding on automatic speaker recognition in VoIP applications", S.-S. Yeo, J.J. Park, H.-C. Chao and J. Kim (Eds), CSA 2011, Lecture Notes in Electrical Engineering, Vol. 144 pp. 745-751, ISSN 1876-1100, Springer-Verlag, 2011. ISBN 978-94-007-2791-5 www.springerlink.com/index/GKW88P2470772250.pdf</p> <p>7 Amrous, A.I., Debyeche, M. and Amrouche, A. "Prosodic Features and Formant Contribution for Arabic Speech Recognition in Noisy Environments", Emilio Corchado & al. (Eds), SOCO 2011, Advances in Intelligent and Soft Computing, Vol. 87, pp. 465-474, ISSN 1867-5662, Springer-Verlag, 2011. http://soco.usal.es/soco2011/</p> <p>8 Yessad, D., Amrouche, A., Debyeche, M., Ramou, N. (2012). Influence of G729 Speech Coding on Automatic Speaker Recognition in VoIP Applications. In Computer Science and Convergence (pp. 745-751). Springer Netherlands.</p>			
--	--	--	--	--

<p>Communications (Nationales, Internationales)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Touazi, L., Debyeche, M. (2013). "Prosodic Features and Formant Contribution for Speech Recognition System over Mobile Network, In IEEE Workhop on Applications of Signal Processing to Audio and Acoustics, Mohonk Mountain House, New Paltz, NY. (2) Zergat, K. Y., Amrouche, A., Fedila M., Debyeche, M. (2013). "Robust Arabic Speaker Verification System Using LSF Extracted From the G.729 Bitstream", In IEEE International conference on Machine Learning in <i>Signal Processing (MLSP)</i>, Southampton, UK, (pp. 214-217). (3) Yessad, D., Amrouche, A., (2013). Fusion Strategies for Distributed Speaker Recognition Using Residual Signal Based G729 Resynthesized Speech , International.Conf. on Information Fusion, Istanbul, Turkey. (4) Hamidia M., Amrouche, (2013). " Double Talk Detection Using the Singular Value Decomposition for Acoustic Echo", In IEEE International Conference on Communication, <i>Budapest, Hungary</i>, (pp. 214-217). (5) Zergat, K. Y., Amrouche, A., Asbai, N., Debyeche, M. (2012, November). Robust PCA-GMM-SVM System for Speaker Verification Task. In IEEE <i>Signal Image Technology and Internet Based Systems (SITIS), 2012 Eighth International Conference on</i> , Italy,(pp. 214-217). (6) Fedila, M., Amrouche, A. (2012, July). Automatic speaker recognition for mobile communications using AMR-WB speech coding. In <i>Information Science, Signal Processing and their Applications (ISSPA), 2012 11th International Conference on, Montreal, Canada</i>, (pp. 1034-1038). (7) M. F. Chowdhury, S.-A. Selouani, "A Soft Computing Approach to Improve the Robustness of On-Line ASR in Previously Unseen Highly Non-Stationary Acoustic Environments", 11th IEEE conference on Information Science and Signal Processing and their Applications (ISSPA), pp. 89-93, Montreal, Canada, 2012. (8) M. F. Chowdhury, S. -A. Selouani, D. O'Shaughnessy, "A Highly non-stationary noise tracking and compensation algorithm, with applications to speech enhancement and online ASR", International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processing (ICASSP), Kyoto, Japan, March 2012. 10 Harkat, Y., Amrouche, A. (2012, December). A comparative evaluation of VoWLAN call capacity with and without codec's silence suppression. In IEEE <i>Microelectronics (ICM), 2012 24th International Conference on</i> (pp.). 11 Hamidia, M., Amrouche, A. (2012, December). Influence of noisy channel on acoustic echo cancellation in mobile communication. In IEEE <i>Microelectronics (ICM), 2012</i>. 12 Ahmed KROBBA, Mohamed DEBYECHE and A. AMROUCHE, "The effect of Additive White Gaussian Noise and SNR level upon Speaker identification in GSM mobile communication", International Congress on Telecommunication and Application, 11-12 April, 2012, 			
---	---	--	--	--

	<p>Béjaia, Algeria.</p> <p>13 A. KROBBA, M. DEBYECHE, "A Comparative Study of MFCC and LPCC Acoustic Features of the performance Speaker identification system using SVM with GSM coded telephone speech", International Conference on Industrial Engineering and Manufacturing, 06-07 May, 2012, Batna, Algeria.</p> <p>14 Ahmed KROBBA, Mohamed DEBYECHE, "The influence of Background Noise and Transmission Channel on the performance of the Text-independent Speaker Identification System", 2nd International Conference on Information Processing and Electrical Engineering, ICIPEE'12, 14-16 April, 2012, Tebessa, Algeria.</p> <p>15 Touazi, A., and Debyeche, M., "Low bit rate encoding algorithm for distributed speech recognition based on SVD decomposition", in Proc. 3rd IEEE International Conference on Signal Processing Systems (ICSPS'2011), August, 27-28, 2011, China. pp. 344-350. IEEE Catalog Number: CFP1185G-PRT, ISBN: 978-1-4577-0172-6, 2011. www.icspss.org/.</p> <p>16 Saadoune, A., Amrouche A., and Debyeche M., "Rehaussement de la Parole par les Méthodes Spectrales et Statistiques", 7^{ème} Atelier International : Traitement et Analyse de l'Information, Méthodes et Applications (TAIMA'2011), Vol.1, F. Ghorbel et al.(Eds.), October 3-8, 2011, Tunisia. pp. 141-145. http://taima.arts-pi.org.tn/programme-detail.php.</p>			
<p>Encadrement avec soutenance de master, magister ou doctorat</p>	<p>Doctorats Finalisées:</p> <p>1. Titre : « Reconnaissance Automatique de Locuteurs avec VoIP »</p> <p>Doctorante : Yessad Dalila</p> <p>Date de Soutenance prévue: décembre 2013</p> <p>2. Titre : « rehaussement de la parole avec les méthodes PCA-VRE »</p> <p>Doctorant : SAADOUNE Adda</p> <p>Date de Soutenance prévue : décembre 2013</p> <p>Magisters Soutenus:</p> <p>1. Titre : « Reconnaissance du locuteur par une approche HMM multi-bandes via une ligne de communication GSMFR »</p> <p>Etudiante : Boubaker Khadidja</p> <p>Date de Soutenance : 19 Juin 2012</p> <p>2. Titre : « Reconnaissance du locuteur par une approche HMM multi-bandes via une ligne de communication GSMFR »</p> <p>Etudiante : SABOUNE Hadjer</p> <p>Date de Soutenance : 06 Mai 2012</p>	<p>X</p>		

	<p>3. Titre : « Etude de l'influence du codeur GSM sur la reconnaissance automatique de la parole appliquée à la langue arabe » Etudiant : BOUCHAKOUR Lalouani Date de Soutenance : 06 Mai 2012</p> <p>4. Titre : « VoIP dans les réseaux de communications filaires et Wifi (IEEE 802.11 » Etudiant : HARKAT Yacine Date de Soutenance : 2012</p> <p>5. Titre : « Détection de l'Activité Vocale dans les Systèmes de Communications utilisant le G729 » Etudiante : FARSI Narimane Date de Soutenance : 2012</p> <p>6. Titre : « Reconnaissance automatique de locuteurs robuste pour les communications mobiles Etudiant : FEDILA Meriem Date de Soutenance : 2012</p> <p>7. Titre : « Contribution à la Reconnaissance Automatique de Locuteurs Distribuée » Etudiant : ZAANI Mohamed Date de Soutenance : 2012</p> <p>8. Titre : « Rehaussement de la parole par filtrage adaptatif pour Les applications en Télécommunication » Etudiant : HAMIDIA Mahfoud Date de Soutenance : 2012</p> <p>9. Titre : « Amélioration de la Reconnaissance Vocale par Rehaussement de la Parole par le Filtrage de Kalman Etudiant : BOUCHAIR Asma Date de Soutenance : 2012</p> <p><u>Masters Soutenus : 09</u></p>			
Autres				

3. Impact socio économique

Critère	Description par le porteur du projet	A	B	C
Formation et perfectionnement de la ressource humaine	Les compétence formées ont été recrutées par les centres de recherche et l'université.	X		
Création de nouvelles filières LMD	Participation active à l'ouverture d'un Master en criminalistique à l'USTHB.	X		
Offre de service,	Participation à la formation (Master) à l' INPTIC (MPTIC) et l' EST (MDN)	X		
Adéquation du bilan avec le besoin socioéconomique initialement exprimé	Le projet répond en grande partie aux besoins exprimés par le partenaire Il reste à valider les outils développés en vue de leur intégration dans le réseau de l'opérateur.		X	
Réponse à la problématique posée par le partenaire socioéconomique	Les systèmes de reconnaissances développés dans ce projet sont en cours de maturation afin qu'ils soient exploités par le Groupe Algérie Télécom dans le cadre de son vaste projet de développement d'applications intelligentes	X		

Evaluation finale & Commentaire :	Favorable	Défavorable
-----------------------------------	-----------	-------------

B. Grille de valorisation

critère	Description par le porteur du projet	A	B	C
Pertinence du projet	Sujet d'actualité en regard du développement des TIC	X		
Caractère innovant du projet	Introduction des systèmes intelligents dans les communications mobiles.	X		
Faisabilité du projet et son transfert vers le secteur socioéconomique	Des efforts sont encore demandés pour un transfert réel vers le secteur utilisateur. Il reste à valider les outils développés en vue de leur intégration dans le réseau de l'opérateur.		X	
Impact du projet (amélioration de la qualité, réduction des coûts de production, réduction des délais,)	le secteur en charge des Technologies de l'Information et de la Communication dans les années à venir sera un client potentiel des différents résultats et applications réalisés dans le cadre de ce projet, la valorisation de ces résultats passe par l'ANPT qui mettra les moyens nécessaires au niveau du cyber parc de Sidi Abdellah pour les Doctorants et les startups afin	X		

	d'incuber ce projet et d'assurer une transformation avec succès de ces produits de recherche en produits commerciaux (réelle valorisation).			
--	---	--	--	--

<p>Evaluation finale & Commentaire: Projet valorisable Projet non valorisable</p>
