

*Le développement de la parole et du langage est un sujet qui passionne depuis longtemps philosophes, psychologues, linguistes, et maintenant tous ceux qui s'intéressent aux sciences cognitives. Les premiers stades du développement de la parole, où se mettent en place les processus fondamentaux de traitement de la parole, nous semblent particulièrement importants pour comprendre les mécanismes de perception et de production chez l'adulte. Pour nous, ces premiers stades vont jusqu'au stade phonologique, six mois environ après l'apparition des premiers mots reconnus par l'entourage, et englobent en particulier la période du babillage et la période de transition du babillage aux premiers mots.*

*Les études sur le babillage ont longtemps été arrêtées par l'idée défendue par Jakobson que langage et babillage sont deux choses distinctes, qu'il n'y a pas de continuité entre les formes prélinguistiques du babillage et celles des premiers mots, que les formes du babillage sont le produit aléatoire de simples exercices articulatoires, qu'elles sont les mêmes dans toutes les communautés linguistiques. Pour Jakobson, le stade linguistique, ou phonologique, commence avec les premiers mots.*

**P. HALLÉ**  
Chargé de Recherche CR1, CNRS  
**B. de BOYSSON-BARDIES**  
Directeur de Recherche  
et **C. DURAND**  
Ingénieur d'études  
Laboratoire de Psychologie  
Expérimentale  
C.N.R.S. - E.H.E.S.S.  
Université Paris V  
54, Boulevard Raspail  
75006 PARIS

## **BABILLAGE ET PREMIERS MOTS**

**par Pierre HALLÉ, Bénédicte de BOYSSON-BARDIES  
et Catherine DURAND**

**Mots-clés :** Acquisition - Parole - Environnement - Recherche - Jeune enfant (0 à 3 ans).

Cette position universaliste extrême a été remise en cause par les recherches récentes. On a montré que les productions du babillage évoluaient selon un schéma relativement systématique, commençant vers 6-8 mois par le babillage canonique caractérisé par des productions quasi-syllabiques éventuellement redoublées\*. Vers 9-10 mois apparaissent des combinaisons de syllabes plus élaborées («variegated babbling»)\* où les adultes commencent à reconnaître des mots ou en tout cas, des proto-mots\*. Des études acoustiques ont mis en évidence une évolution relativement continue des formes du babillage\*. En somme, si le babillage peut être vu comme une phase d'exercices articulatoires, ces exercices ont pour résultat une évolution relativement systématique et continue. En outre, plusieurs études récentes ont montré qu'il y avait continuité entre la distribution et l'organisation des sons du babillage et des premiers mots (voir par exemple la formulation en «phonetic tree» de l'évolution phonétique due à Ferguson, 1978, qui montre que les sons des premiers mots sont pris dans le stock des formes du babillage). Les recherches actuelles ont donc finalement remis en cause l'interprétation restrictive du babillage par Jakobson. La plupart des auteurs pense d'une part qu'il y a continuité entre le babillage et les premiers mots, et d'autre part que le stade phonologique - c'est-à-dire le stade où apparaissent, dans les productions, des régularités phonétiques - doit être placé bien plus tard que les premiers mots.

Cependant, on continue à considérer que les formes du babillage sont expliquées exclusivement par des contraintes biomécaniques imposées par les processus universels de maturation biologiques et physiologiques, et que ces formes sont l'«output» naturel d'un appareil de production immature, sans lien avec les mécanismes de perception. Autrement dit, la mise en place de mécanismes perceptivo-moteurs pour la parole n'est

\* Oller, 1986

\* voir encore Oller, 1986

\* voir Ferguson & Farwell, 1975 ; Macken, 1986

\* voir Lieberman, 1980 pour les voyelles, Kent & Murry, 1982 pour la phonation et l'articulation

pas encore effectuée, et l'hypothèse d'une influence éventuelle de l'«input» de parole de l'environnement est implicitement écartée. Or, si l'on examine les études sur la perception précoce, malgré quelques désaccords, la figure d'ensemble qui ressort est que les enfants sont dotés très tôt de capacités de discrimination s'étendant à la plupart des contrastes phonétiques, voire prosodiques ou phonotactiques (cependant, voir Macken, 1986 pour une revue de quelques données inter-langues négatives). D'autre part, entre 8 et 10 mois, les contrastes non pertinents pour la langue en cours d'acquisition se perdent\*. Les différences inter-langues pour la perception apparaissent donc vers 8-10 mois (âge qui correspond précisément à une étape importante de maturation des mécanismes de production avec l'apparition du babillage «variegated»). Si, prenant un point de vue universaliste, on écarte la possibilité de différenciation inter-langue des productions du babillage, il est alors tentant de supposer que production et perception se développent séparément jusqu'au stade phonologique :

\* Werker et Tess, 1984

«The general picture of perceptuo-motor development over the first year is of two parallel independent processes, with production trailing perception»\*

\* Studdert-Kennedy, 1983

Cette position «indépendantiste» semble cependant difficilement conciliable avec certaines données sur l'imitation précoce. Par exemple, Kuhl (1986) trouve qu'à l'âge de 4 mois les enfants tendent à imiter les voyelles produites par un locuteur féminin. Il semble donc que les enfants soient capables d'orienter leur articulation vers des cibles auditives dès cet âge, autrement dit qu'il y ait un pont entre perception et production. Ceci toutefois ne permet pas de rejeter les positions universalistes selon lesquelles les formes du babillage et des premiers mots, en raison des contraintes maturationnelles universelles, présentent les mêmes caractéristiques acoustico-phonétiques chez les enfants de toutes les langues.

Il est certes exact qu'il y a des caractéristiques universelles dans les productions des enfants, jusqu'aux mots compris : davantage de syllabes ouvertes que de fermées, davantage d'occlusives que de fricatives en position initiale, peu de voyelles d'arrière, etc. Mais il s'agit là de tendances très générales. On trouve en fait des différences importantes entre les enfants. Les différences peuvent tout d'abord refléter la variabilité inter-individuelle à l'intérieur d'une même communauté linguistique. Elles correspondent alors surtout à des styles de développement et des stratégies d'acquisition différents\*. Ensuite, les différences peuvent aussi être dues au milieu linguistique. On peut alors faire l'hypothèse que les différences inter-langues reflètent l'interaction des facteurs endogènes et exogènes dans le processus d'acquisition. C'est cette «hypothèse d'interaction» que nous défendons depuis une dizaine d'années.

\* pour l'anglais-américain : Ferguson, 1979 ; Wihman, Ferguson & Elbert, 1986

Nous présentons dans cet article les principales études que nous avons effectuées sur les productions vocales d'enfants appartenant à des communautés linguistiques différentes, tâchant de mettre en évidence l'influence des contraintes dues à la structure de la langue maternelle sur les formes du babillage et des premiers mots. Les langues que nous avons examinées jusqu'à présent sont très différentes les unes des autres : le cantonais - langue à tons, l'arabe du Maghreb, en particulier le dialecte algérien - langue à accents avec une nette prépondérance des consonnes par rapport aux voyelles, l'anglais - langue à stress, copieusement documenté tant pour la parole adulte que pour celle des enfants, enfin le français parisien. Dans nos travaux les plus récents, nous avons ajouté le suédois et le japonais, en partie à cause des propriétés particulières de leur système intonatif.

## Saillance perceptive des facteurs prosodiques

Nos premières expériences ont été des expériences perceptives dans lesquelles la tâche des sujets consistait à reconnaître le babillage des enfants appartenant à leur groupe linguistique\*. En effet, les études inter-langues des productions du babillage qui concluent négativement à une influence de l'environnement linguistique sont surtout basées sur des examens de répertoire phonétique\*. Ceci nous apparaissait insuffisant pour diverses raisons. D'abord, les transcriptions en API\* peuvent induire une uniformité incontrôlable des données\*. Elles peuvent être biaisées par la langue maternelle ou par l'expérience phonétique des transcripteurs\* - anglophones en règle quasi-générale. Enfin et surtout, les langues diffèrent sur bien d'autres dimensions que l'inventaire des segments phonétiques, en particulier sur des dimensions plus générales, non segmentales, comme

\* Boysson-Bardies, Sagart & Durand, 1984

\* Preston, Yeni-Komshian et Stark, 1967, Nakazima, 1962-1972

\* Alphabet phonétique international  
\* Lynip, 1951

\* Stockman, Woods et Tishman, 1981

l'intonation, le rythme, la qualité de voix, les types d'attaque consonantique ou vocalique, etc. Mais si les facteurs de ce type ont un impact perceptif indiscutable bien que diffus, ils sont soit difficiles à évaluer objectivement de façon quantitative ou par des transcriptions phonétiques, soit mal documentés dans l'état adulte de la langue. D'où l'idée de recourir à des jugements perceptifs pour détecter leur présence dans les formes du babillage. Le paradigme expérimental consiste essentiellement à présenter à des auditeurs adultes des échantillons de babillage d'enfants de leur groupe linguistique ou d'un autre groupe, et de leur demander si le babillage présenté est compatible ou non avec les caractéristiques de leur langue.

Cette approche a déjà été utilisée - rarement, mais avec des résultats contradictoires. Certains auteurs trouvent que les adultes sont capables d'identifier les vocalisations ou le babillage d'enfants de leur groupe linguistique : Tervoort (non publié) pour des auditeurs néerlandais et des enfants de 7 mois ou plus, Weir (1966) pour le couple de langues chinois-américain et des enfants de 5 à 7 mois. Cependant, Atkinson, MacWhynney et Stoel (1970), utilisant le même matériel, n'ont pu reproduire les résultats de Weir. De même, Olney et Scholnick (1976) trouvent que leurs sujets ne peuvent pas discriminer entre les babillages d'enfants chinois et américains âgés de 6, 12 et 18 mois. Cette dernière expérience doit cependant être considérée avec quelques réserves. Tout d'abord, la tâche des auditeurs était compliquée par le fait qu'il leur était présenté, outre des échantillons de babillage authentique, des imitations de babillage par des adultes. Les enfants chinois appartenaient à la communauté chinoise de Boston, et avaient donc été exposés à l'anglais. Pour obtenir des échantillons de babillage d'une durée homogène de 15 secondes, plusieurs séquences avaient été concaténées, perturbant gravement les facteurs prosodiques. D'autres réserves peuvent être émises sur les âges choisis pour les enfants (ils débordent sur les premiers mots), et les conditions d'écoute offertes aux sujets.

Dans l'expérience de discrimination que nous avons effectuée, nous avons tenu à prendre un certain nombre de précautions. Tout d'abord, puisque nous examinons la possibilité de modulation des formes du babillage par la langue de l'entourage, nous avons choisi des langues très différentes sur le plan de la prosodie et de l'articulation supralaryngale, pour augmenter nos chances de mettre en évidence une telle modulation. Nous avons d'abord choisi l'arabe (algérien ou tunisien) et le français. L'arabe maghrébin se distingue nettement du français par sa qualité de voix (emphatique, ou pharyngalisée), et, pour l'articulation supralaryngale, par des positionnements postérieurs de la langue, le français favorisant les positionnements antérieurs\*. L'arabe est une langue à stress syllabique\* dont les patterns rythmiques sont très différents de ceux du français, langue à accent démarcatif ou pré-pausal. Enfin, la proportion de consonnes est beaucoup plus forte en arabe, et le répertoire phonétique est très différent (occlusives glottales en initiale, consonnes pharyngales...). Nous avons ensuite ajouté le cantonais, lui aussi très différent du français par une qualité de voix tendue («métallique»), une prosodie marquée par un système de tons syllabiques, et des segments phonétiques inconnus du français (syllabes fermées par des occlusives glottales, affriquées, aspirées, diphtongues...).

Second point, nous avons examiné séparément les groupes d'âge de 6, 8 et 10 mois. Les productions vocales des enfants évoluent considérablement entre ces âges. A 6 mois, le contrôle de la phonation est pratiquement en place\*, entre 6 et 8 mois, les patterns intonatifs sont plus variés qu'à 10 mois, âge auquel les enfants semblent se concentrer sur l'articulation segmentale. Il faut donc considérer la possibilité que les auditeurs discriminent différemment selon ces groupes d'âge.

Etant donné la grande sensibilité des enfants aux inputs de parole\*, nous avons pensé qu'il était important de minimiser les possibilités d'interaction avec d'autres langues que celle de leur communauté. Les enregistrements ont donc tous été effectués dans les villes mêmes des 3 groupes linguistiques (Alger, Tunis, Paris et Hong-Kong).

Enfin, la cohérence des échantillons présentés avec le corpus dont ils étaient extraits a été soumise à un contrôle perceptif (transcriptions phonétiques) et instrumental (contours Fo et spectrogrammes).

### **Expérience I**

Dans une première expérience, nous avons utilisé des échantillons de babillage relativement longs (donc munis d'une structure intonative) produits par des enfants

\* Catford, 1977

\* Hyman, 1977

\* Koopmans-Van Beinum, 1979

\* voir la littérature sur les capacités précoces de discrimination, par exemple Aslin et Pisoni, 1978, Jusczyk, 1981, Kuhl, 1976, Jusczyk, 1985 pour une bonne revue sur la question

arabes, cantonnais et français de 8 et 10 mois.

### *Matériel sonore et sujets*

Le matériel sonore présenté aux sujets consistait en paires d'échantillons de babillage de 15 secondes, l'un produit par un enfant français, l'autre par un enfant arabe ou cantonnais, groupées en 2 blocs de 8 paires, un bloc correspondant au babillage à 8 mois, l'autre bloc au babillage à 10 mois. Pour chaque âge, nous avons sélectionné 2 échantillons par enfant, pour 4 enfants français, 2 arabes, et 2 cantonnais. Les 2 échantillons de chaque enfant français étaient systématiquement appariés l'un à un échantillon arabe, l'autre à un échantillon cantonnais, ceci pour éviter que d'éventuelles différences entre les résultats de discrimination avec le babillage arabe et avec le babillage cantonnais ne puissent être attribuées à des différences entre les enfants français.

Les échantillons étaient choisis dans les corpus de babillage enregistrés au domicile de chaque enfant, sur le critère de la durée principalement, chaque échantillon devant comporter au moins 15 secondes, sans pause supérieure à 1,5 seconde. Quarante adultes français participaient à l'expérience, 8 hommes et 32 femmes.

### *Montage expérimental*

Les sujets étaient testés individuellement. Les 2 blocs de 16 paires leur étaient présentés successivement, l'ordre de présentation des blocs étant équilibré, les sujets avaient comme consigne d'indiquer pour chaque paire lequel des 2 échantillons leur semblait être du babillage d'enfant français, sachant que seul l'un des deux l'était vraiment. Cependant, l'origine linguistique de l'échantillon de babillage non français ne leur était pas communiquée, pour éviter que cette donnée n'influence leur jugement.

### *Résultats*

Le tableau I montre les pourcentages moyens d'identification correcte par âge et par couple de langues. Une analyse de la variance avec ces 2 facteurs montre que les 2 effets sont significatifs, en particulier, l'effet de l'âge.

**TABLEAU I**

Pourcentages d'identification correcte du babillage français  
dans les paires français-arabe et français-cantonnais (40 juges)

Comparaison	Age de l'enfant	
	8 mois	10 mois
Français-Arabe	75.8	74.4
Français-Cantonnais	69.4	31.9

Pour les paires français-arabe, les pourcentages d'identification sont significativement supérieurs à la chance (test du  $\chi^2$ ) ; toutes les paires sauf une à 8 mois comme à 10 mois. Ceci vaut également pour les paires français-cantonnais à 8 mois, mais plus à 10 mois où le babillage des cantonnais est systématiquement trouvé plus français que le babillage des français.

### *Expérience 2*

Dans cette expérience, nous avons ajouté un groupe d'âge (6 mois) mais supprimé le couple de langues français-cantonnais, le matériel sonore n'étant pas disponible. Nous avons aussi voulu comparer 3 catégories d'auditeurs : des sujets phonétiquement naïfs informés et non informés de l'origine linguistique des échantillons de babillage non français, et des sujets phonéticiens (informés). Enfin, nous voulions tester les capacités de discrimination des sujets sur des échantillons de babillage où dominait l'articulation segmentale au détriment de la richesse des contours intonatifs. De tels échantillons ont été choisis pour le babillage de 10 mois.

### *Méthode*

Les paires d'échantillons de babillage, l'un produit par un enfant français, l'autre par un

enfant arabe (en général algérien) étaient groupées en blocs selon l'âge : trois blocs (6, 8 et 10 mois) de 6 paires. Pour les enfants de 6 et 8 mois, les échantillons étaient choisis comme dans l'expérience 1. Pour les enfants de 10 mois par contre, ils consistaient en séquences de syllabes redupliquées ou isolées, extraites de productions peu intonées mais bien articulées du point de vue segmental.

Trois groupes de sujets français adultes étaient testés. Le premier groupe (sujets naïfs non informés de l'origine arabe des échantillons non français) comportait 18 sujets, le second (sujets naïfs informés) 18 sujets également, et le troisième (phonéticiens informés) 12 sujets.

Le protocole expérimental était le même que dans l'expérience 1. L'ordre de présentation des 3 blocs et des paires était aléatoire.

### Résultats

Le tableau II montre les pourcentages moyens d'identification correcte par âge et catégorie de sujets.

**TABLEAU II**

Pourcentages d'identification du babillage français

Sujets	N	Age des enfants		
		6 mois	8 mois	10 mois
Sujets non informés	18	55.5	74**	53.3
Sujets informés	18	59.2	67.5**	49
Phonéticiens	12	68*	72.2**	56.9

\*\* p<0.01

\* p<0.05

Les pourcentages moyens par paire d'échantillons ont une grande variabilité à 6 mois. Ils deviennent beaucoup plus cohérents à 8 mois. Le pourcentage d'identification correcte est supérieur à la chance dans chaque groupe de sujets pour le babillage de 8 mois. Il ne l'est jamais pour le babillage de 10 mois. Enfin il n'est supérieur à la chance pour le babillage de 6 mois que dans le cas des sujets phonéticiens.

Les sujets naïfs non informés de l'origine arabe du babillage non français ont des résultats légèrement meilleurs que les sujets naïfs informés (mais cette tendance n'atteint pas la significativité).

### Discussion

Les résultats de ces deux expériences montrent que les adultes, même phonétiquement naïfs, sont capables de reconnaître dans le babillage d'enfants de 8 mois des caractéristiques de leur langue.

Les résultats selon les deux types de conditionnement des sujets semblent indiquer que le fait de savoir que le babillage non français est arabe perturbe le jugement des sujets : dans cette condition, une stratégie possible pour les sujets est d'essayer de reconnaître des traits de l'arabe. Ils échouent si leur intuition de cette langue est mauvaise. Dans l'autre condition, les sujets ne peuvent que reconnaître des traits du français ou rejeter ce qui leur semble incompatible avec le français.

Le type de babillage influence fortement l'identification. Si l'on compare les deux expériences, il apparaît clairement que le babillage est beaucoup mieux identifié lorsque la prosodie est dominante (séquences longues de l'expérience 1) que lorsque qu'il est bien articulé mais peu intonné (babillage des enfants de 10 mois de l'expérience 2). Nous en concluons d'une part que les facteurs prosodiques sont perceptivement plus saillants, et d'autre part que les caractéristiques prosodiques spécifiques à la langue en cours d'acquisition sont déjà présentes dans le babillage des enfants de 8 mois. Le résultat négatif pour le babillage cantonais de 10 mois est difficile à interpréter. Il semblerait que les échantillons utilisés soient plutôt du type «segmental» que du type «prosodique».

Enfin, les phonéticiens obtiennent un succès relatif pour le babillage intonné de 6 mois, et pour le babillage bien articulé de 10 mois. Ceci indique probablement que les caractéristiques prosodiques sont déjà partiellement acquises à 6 mois. Quant au babillage à dominance segmentale de 10 mois, il est difficile de savoir si les phonéticiens réussissent - médiocrement - à l'identifier grâce à des traits prosodiques, dont ce babillage ne peut pas être entièrement dépourvu, ou grâce à des spécificités de l'articulation segmentale.

Ce point d'interrogation a motivé nos recherches ultérieures.

## Etudes acoustiques

L'étude précédente a montré qu'il existait des différences, perceptivement discernables, entre les babillages d'enfants de milieux linguistiques différents, pour des dimensions non segmentales de leurs productions. Ceci nous semble confirmer l'hypothèse selon laquelle les enfants commencent à acquérir, vers 6-8 mois, des traits prosodiques spécifiques à la langue de leur environnement. Et ceci ne peut s'expliquer autrement que par l'interaction avec cet environnement. Parmi les traits prosodiques, la qualité de voix, les attaques vocales et d'autres traits, doivent être acquis pour permettre l'articulation de certains segments. Par exemple, les occlusives pré-glottalisées du vietnamien nécessitent une qualité de voix «tendue», les consonnes dites «emphatiques» de l'arabe une voix pharyngalisée. Nous pensons donc que lorsque ces traits sont acquis - dès 8 mois semble-t-il - les consonnes et les voyelles du babillage peuvent commencer à refléter certaines spécificités des langues adultes. Les études inter-langues sur les répertoires consonantiques du babillage ont jusqu'ici conclu à l'universalité de ces répertoires\*. Cependant, il semble plus plausible que les gestes articulatoires d'abord les mieux contrôlés soient les réglages laryngaux et les positionnements du tract vocal en configuration stable responsables de la production des voyelles, plutôt que les constructions rapides et précises qui produisent les consonnes. Les segments que les enfants commencent d'abord à acquérir devraient donc plutôt être les voyelles. Ce qui est d'ailleurs suggéré par les données de Kuhl (1986) sur l'imitation précoce des voyelles.

\* Locke, 1983

### Spectres à long terme

Une façon commode d'obtenir des données acoustiques globales sur les configurations vocaliques et l'excitation laryngale est le calcul de «spectres à long terme». Ces spectres estiment la répartition fréquentielle d'énergie pour des signaux de parole de longue durée (plusieurs minutes par exemple) par moyennage de spectres d'énergie à court terme. Ils retiennent donc surtout les caractéristiques spectrales des portions vocaliques, qui sont les plus énergétiques, et donnent une idée, sans besoin de recourir à l'estimation des formants et des trajectoires formantiques, de la répartition fréquentielle moyenne d'énergie dans les voyelles. Cependant, nombre d'autres facteurs interviennent dans les spectres à long terme : différences d'accentuation, transitions avec les segments consonantiques, variations de pitch, etc. Les indications fournies par les spectres à long terme sont donc à interpréter avec circonspection.

Dans cette étude\*, nous avons comparé les spectres à long terme calculés sur des séquences de parole d'adultes algériens, cantonnais et français, et sur du babillage d'enfants de 10 mois appartenant à ces 3 milieux linguistiques. Notre but était d'une part d'examiner si les spectres étaient homogènes à l'intérieur d'une même communauté linguistique et différaient d'une façon systématique d'une communauté à l'autre - et ceci tant pour les adultes que pour les enfants, et d'autre part de voir si les enfants ressemblaient aux adultes au sein d'une même communauté linguistique.

\* Boysson-Bardies, Sagart, Hallé & Durand, 1986

### Méthode

Le babillage des enfants (6 français, 6 cantonnais et 5 algériens) a été enregistré dans les villes d'origine des 3 communautés linguistiques, à leur domicile, au cours de séances de 30 minutes environ. Les portions de babillage à proprement parler ont été concaténées pour former des séquences d'environ 1 minute, dont les 40 premières secondes étaient retenues pour le calcul du spectre à long terme.

Pour les adultes, le matériel sonore était un texte lu, enregistré dans les villes d'origine, le même dans chaque groupe linguistique, dont étaient également retenues les 40

premières secondes. Dix hommes et dix femmes par communauté ont été enregistrés, sauf pour Hong-Kong où seulement 9 hommes et 8 femmes ont été enregistrés, soit 57 locuteurs en tout.

Pour savoir si les spectres étaient homogènes à l'intérieur des groupes et différents d'un groupe à l'autre, nous avons effectué des tests de classification automatique.

Les groupes des adultes étaient définis par le sexe et la langue. Pour chaque groupe, la moyenne des spectres était choisie comme spectre de référence.

Les spectres de chacun des 57 locuteurs étaient ensuite classés dans les différents groupes selon le critère de la distance minimum au spectre de référence.

Les groupes des enfants étaient définis par la langue seulement. La même procédure était ensuite utilisée pour classer les spectres des 17 enfants.

Enfin, nous avons comparé les spectres de référence des enfants et des adultes de chaque groupe, en considérant deux aspects saillants de ces spectres : la région du premier harmonique qui donne une indication sur la qualité de voix, et la ou les principales zones de résonance, qui peut donner une indication sur les positionnements vocaliques moyens.

### Résultats

Le tableau III montre la matrice de confusion obtenue par cette procédure de classification, en utilisant une simple distance euclidienne : 53 locuteurs sur 57 sont classés correctement. Deux femmes françaises sont prises pour des hommes, et il y a 2 confusions entre cantonnais et français mâles. Cependant, en utilisant une distance de Mahalannobis tenant compte des distributions statistiques intra-groupes, ces confusions sont évitées.

TABLEAU III

Classification des spectres à long terme des adultes  
(Distance Euclidienne)

Classes		Sujets					
		Hommes			Femmes		
		Français	Algérien	Cantonais	Français	Algérien	Cantonais
H O M M E S	Français	9		1	2		
	Algérien		10				
	Cantonais	1		8			
F E M M E S	Français				8		
	Algérien					10	
	Cantonais						8

Les similarités sont frappantes entre locuteurs féminins et masculins. Comparés aux français, les cantonnais hommes et femmes ont une voix tendue, ce qui se traduit par une énergie plus basse dans la région du premier harmonique.

Ceci est aussi vrai pour les algériens, mais pas pour les algériennes. Sinon, français et cantonnais ont des spectres assez semblables, avec toutefois plus d'énergie concentrée dans les basses fréquences pour les français - tant pour les hommes que pour les femmes.

Ceci reflète le fait que le français a une plus grande proportion de voyelles fermées avec un premier formant bas. Par contre, les spectres des algériens sont très nettement différents.

Ils présentent deux zones principales de concentration d'énergie, l'une aux basses fréquences (mais moins saillante que pour le français et le cantonnais), l'autre très marquée (inexistante en cantonnais comme en français) à des fréquences moyennes, entre 1500 et 2000 Hz. Nous l'interprétons comme reflétant une forte tendance à la neutralisation vocalique, ainsi qu'à la pharyngalisation.

Le tableau IV montre la matrice de confusion obtenue pour la classification des enfants, en utilisant la distance euclidienne : 13 enfants sur 17 sont classés correctement. En utilisant la distance de Mahalannobis, tous les enfants sont classés correctement.

Classification des spectres à long terme des enfants.  
(Distance Euclidienne)

TABLEAU IV

Classes	Sujets : enfants de 10 mois		
	Français	Algérien	Cantonais
Français	5		
Algérien	1	4	2
Cantonais		1	4
Classification correcte	5/6	4/5	4/6

Les différences observées dans la région du premier harmonique, que l'on peut attribuer à la qualité de voix, ne reflètent pas les tendances adultes. Par contre, les enfants français, tout comme les adultes, ont plus d'énergie concentrée dans les basses fréquences que les cantonnais pour lesquels la répartition est plus compacte. Les enfants algériens ont comme les adultes une double zone de concentration d'énergie.

Pour chacun des 3 groupes linguistiques, l'échelle des fréquences est dilatée lorsque l'on passe des hommes aux femmes, ou des femmes aux enfants. Ceci reflète bien sûr des différences de longueur de conduit vocal.

#### Discussion

Etant donné la multiplicité de facteurs qui interviennent dans les spectres à long terme, tout résultat doit être considéré avec prudence. Cependant, nous trouvons qu'il est possible de classer correctement les spectres en groupes linguistiques, et que, pour les locuteurs adultes, les caractéristiques d'ensemble sont en accord avec ce que l'on sait des langues considérées. Il semble plausible que les spectres à long terme retiennent une part de la spécificité des langues, sans doute surtout pour ce qui concerne les positionnements vocaliques majeurs et la qualité de voix : nous proposons que les spectres à long terme reflètent majoritairement les caractéristiques des noyaux vocaliques. Dans cette hypothèse, la convergence observée entre données de babillage et données adultes indiquerait que les positionnements vocaliques des enfants sont influencés par le milieu linguistique dès l'âge de 10 mois.

Cela méritait d'être examiné plus en détail. Dans le travail présenté ci-après, nous nous sommes proposés d'étudier directement les voyelles présentes dans le babillage des enfants de 10 mois.

#### Formants des voyelles

Au cours de ces dernières années, plusieurs études acoustiques ont été publiées sur la production des voyelles pendant la première année, bien qu'exclusivement pour des enfants d'un même milieu linguistique, en général anglophone. Par exemple, les valeurs des trois premiers formants à 3, 6, 9 et 13 mois ont été relevées pour les enfants américains\*. L'étude de Lieberman (1980) sur des voyelles produites entre 16 et 180 semaines montre l'émergence progressive de l'espace vocalique dans les vocalisations des enfants. Il suggère que les enfants au stade du babillage tentent d'imiter les sons de leur environnement. Buhr (1980), analysant les mêmes données, trouve que la production de type «quantal» des sons vocaliques apparaît aux alentours de 38-40 semaines (la dispersion initiale non structurée de l'espace vocalique fait place à une répartition organisée qui commence à refléter un système vocalique discret). Selon Buhr, ceci pourrait s'expliquer par une stabilisation de l'anatomie du conduit vocal à cet âge. Pour résumer, les études acoustiques des voyelles produites par des enfants américains conduisent à quelques résultats convergents. En particulier : évolution continue d'un espace vocalique centralisé et diffus vers un espace plus étalé et organisé vers la fin de la première année, avec prédominance des voyelles d'avant sur celles d'arrière. Les auteurs expliquent cette évolution par des facteurs physiologiques et anatomiques\*. L'importance des différences individuelles est également un point sur lequel la plupart des auteurs

\* Kent & Murray, 1982. Kent & Bauer, 1985

\* Buhr, 1980. Kent & Murray, 1982. Lindblom, MacNeilage & Studdert-Kennedy, 1983

\* Ferguson & Farwell, 1975, Lieberman, 1980, Kent & Bauer, 1985, Ferguson, 1986

s'accordent\*.

Comme l'espace vocalique semble avoir atteint un certain degré d'organisation chez les enfants de 10 mois - en supposant que ce schéma d'évolution ne soit pas spécifique aux enfants américains - nous avons choisi cet âge pour notre recherche inter-langue\*. Nous avons étudié les voyelles produites par des enfants de 4 communautés linguistiques, algériens, anglais (britanniques), cantonais, et français, et cherché 1) s'il y avait des différences systématiques entre ces 4 communautés prévalant sur les différences individuelles, et 2) si ces différences reflétaient les différences observées dans l'état adulte des langues.

#### Méthode

Cinq enfants pour chaque pays ont été enregistrés à leur domicile, en présence de leur mère. Les interactions adulte-enfant étaient réduites au minimum afin de recueillir du babillage spontané plutôt que des imitations. Toutes les voyelles de ce corpus de babillages ont d'abord été transcrites en API puis regroupées en 9 catégories larges, de sorte à obtenir pour chaque enfant la distribution de ses voyelles selon les 9 catégories. Le corpus a ensuite été réduit en respectant autant que possible ces distributions, pour éliminer les voyelles difficiles à traiter acoustiquement (trop de bruit, Fo trop élevé, etc.). Environ 50 voyelles ont été retenues par enfant (plus de mille en tout). En examinant les voyelles produites par les enfants, nous voulions limiter autant que possible l'influence des segments voisins. Pour ce faire, nous avons analysé pour chaque voyelle la portion la plus stable, et relevé les valeurs des 2 premiers formants F1 et F2 à partir d'enveloppes spectrales obtenues par lissage cepstral\*.

\* Imai & Abe, 1979

#### Résultats

Les résultats bruts, F1 et F2 moyens par groupe linguistique, ainsi que les rapports F1/F2 sont montrés dans le tableau V.

TABLEAU V

Valeurs moyennes et écart types (Hz) des 2 premiers formants des voyelles des enfants et rapports F2/F1 par groupe linguistique

	Anglais	Français	Algérien	Cantonais
F1	876 (207)	878 (239)	976 (282)	1047 (241)
F2	2628 (452)	2456 (439)	2341 (459)	2343 (381)
F2/F1	3.00	2.80	2.40	2.24

Une analyse de variance à un seul facteur, le groupe linguistique sur ces données bivariées (F1, F2) indique que ce facteur a un effet significatif :  $F(3,16)=6.651, p<0.01$ .

Une autre analyse statistique, basée sur le calcul de distances entre les ensembles de voyelles des différents enfants permet de comparer les variabilités intra et inter groupe linguistique. Le tableau VI montre que les distances inter-groupe sont toujours plus fortes que les distances intra-groupe.

Distances inter-groupe et intra-groupe linguistique (calculées sur les ensembles de voyelles par enfants)

TABLEAU VI

	Anglais	Français	Algérien	Cantonais
Anglais	0.46	0.47	0.80	1.36
Français		0.29	0.51	1.00
Algérien			0.40	0.45
Cantonais				0.60

Moyenne des distances intra-groupe linguistique 0.440

Moyenne des distances inter-groupe linguistique 0.767

Enfin, pour comparer nos données avec des données disponibles sur les voyelles adultes, nous avons calculé pour chacun des groupes linguistiques un rapport F2/F1 adulte

(un indice de compacité), à partir des répartitions fréquentielles des différentes voyelles, et des valeurs moyennes des formants, rapportées dans la littérature (études portant sur de la parole continue spontanée). Le tableau VII montre la convergence des données adultes avec celles sur les enfants.

**TABLEAU VII**

Valeurs moyennes (Hz) des 2 premiers formants des voyelles des adultes et rapports F2/F1 par groupe linguistique

	Anglais	Français	Algérien	Cantonais
F1	459	465	506	536
F2	1692	1529	1534	1457
F2/F1	3.68	3.28	3.03	2.71

### Discussion

Comme le suggéraient les résultats obtenus à partir des spectres à long terme, les voyelles des enfants de 10 mois - dans leur partie la plus stable - sont influencées par l'environnement linguistique : les différences entre groupes linguistiques dépassent clairement les différences à l'intérieur de chacun des groupes. D'autre part, la tendance générale de chacun des groupes, illustrée par le rapport F2/F1 moyen, est en accord frappant avec les données adultes.

Cette étude confirme bien les résultats obtenus avec les spectres à long terme tout en les précisant. En dépit d'importantes variations individuelles, l'espace vocalique des enfants tend vers celui des adultes dès l'âge de 10 mois. Les anglais ont le rapport F2/F1 le plus élevé, ce qui correspond à une prépondérance de voyelles diffuses (telles que les voyelles fermées d'avant). Les cantonnais au contraire, ont en moyenne les voyelles les plus compactes. Les français et les algériens se situent entre ces deux pôles, avec le premier formant plus bas pour les français, ce qui reflète sans doute la fréquence des voyelles fermées arrondies.

### Discussion générale

Tous les travaux que nous avons menés jusqu'à présent appuient l'hypothèse de «l'interaction». Les positions universalistes et indépendantistes soutiennent que les caractéristiques phonético-acoustiques des formes produites au cours du babillage sont uniquement déterminées par le degré de maturation biologique du système de production de parole, qui se développerait de façon autonome - et avec un certain retard - par rapport au système de perception\*. Sans nier l'importance des contraintes physiques de maturation, nous trouvons que les formes du babillage sont modulées par l'input linguistique de l'environnement. Ceci suppose que des mécanismes perceptivo-moteurs sont en jeu dès ce stade. Il n'est d'ailleurs pas exclu que ces mécanismes soient constitués dès la naissance, mais n'aient pas la possibilité de se manifester avant qu'un certain degré de maturation des organes de production de la parole, et de leur contrôle moteur, ne soit atteint.

L'interaction avec la langue de l'environnement se manifeste dans les productions des enfants le plus clairement dans les aspects prosodiques ou métaphonologiques : patterns d'intonation, de rythme, ou d'accentuation, qualité de voix et type d'attaque syllabique. D'après nos résultats, la mise en place de ces aspects, en particulier celle de la prosodie de la langue maternelle, se situe entre 6 et 8 mois. C'est précisément vers cet âge que le contrôle de la phonation est en place\*.

L'interaction se manifeste ensuite dans les voyelles, c'est-à-dire dans les sons dont la production requiert surtout une articulation statique. L'émergence d'un espace vocalique préfigurant l'état adulte se situe vers 10 mois, l'âge où apparaît le babillage «variegated» (productions dans lesquelles les syllabes sont variées).

Les voyelles, même dans leur partie stable, sont toujours modifiées par le contexte consonantique. On peut donc se poser la question de savoir si les caractéristiques acoustiques des voyelles ne résultent pas en partie de la coarticulation avec les consonnes.

\* Imai & Abe, 1979

\* Imai & Abe, 1979

D'où l'idée de réexaminer les distributions de consonnes dans les productions des enfants. Nous avons entrepris une nouvelle étude inter-langue dans ce sens, et les premiers résultats, bien qu'incomplets portent à croire que les répertoires consonantiques d'enfants de 11-13 mois diffèrent selon les langues, mais reflètent moins l'état adulte de la langue de l'environnement qu'une sélection opérée par les enfants, qui se traduira par leurs premiers mots reconnus. Si les divers résultats qui concluent négativement à l'influence de la langue maternelle sur les répertoires de consonnes\* sont peut être à réviser, ce n'est sans doute pas tant sur le plan des méthodes d'analyse des consonnes (critères objectifs acoustiques ou articulatoires au lieu de transcriptions API), que sur le plan des répertoires de référence : celui de la langue adulte dans son ensemble (telle que documentée par des études phonétiques et statistiques), ou même celui - particulier - de la mère, qui n'en est sans doute guère différent, sont peut-être moins pertinents que celui du premier vocabulaire. Reste à savoir si la spécificité des premiers vocabulaires relève uniquement des individus, ou bien relève en partie de leur langue maternelle.

Pour conclure, nous voudrions insister sur l'importance des différences individuelles. Nos études montrent des tendances pour ainsi dire statistiques, et les indications qu'elles donnent sur l'évolution des productions du babillage sont utiles par exemple pour situer un enfant par rapport à la «moyenne». Cependant, et nos études en cours le font apparaître de plus en plus clairement, les enfants sont souvent très différents les uns des autres, et il n'y a pas de stratégie unique d'acquisition du langage. Recenser et classer les stratégies observées, et si possible les relier à d'autres caractéristiques individuelles est un sujet de recherche future.

## Bibliographie

- ASLIN, R.N. & PISONI, D.B. (1978). Some developmental processes in speech perception. Paper presented at NICHD Conference on Child Phonology - Perception, Production and Deviation, Bethesda.
- ATKINSON, K. MacWHINNEY, B. & STOEL, C. (1970). An experiment in the recognition of babbling. *PCRLD* 1. 71-6.
- BOYSSON-BARDIES, B. de, SAGART, L. & DURAND, C. (1984). Discernible differences in the babbling of infants according to target language. *Journal of Child Language* 11. 1-15.
- BOYSSON-BARDIES, B. de, SAGART, L., HALLÉ, P. & DURAND, C. (1986). Acoustic investigation of cross-linguistic variability in babbling. In B. Lindblom & R. Zetterström (eds), *Precursors of Early Speech*. Basingstoke, Macmillan Press. 113-126.
- BOYSSON-BARDIES, B. de, HALLÉ, P., SAGART, L. & DURAND, C. (1989). A cross-linguistic investigation of vowel formants in babbling. *Journal of Child Language* 16. 1-17.
- BUHR, R.D. (1980). The emergence of vowels in an infant. *Journal of Speech and Hearing Research* 23. 62-94.
- CATFORD, J.C. (1977). *Fundamental problems in phonetics*. Edinburgh : Edinburgh University Press.
- FERGUSON, C.A. (1978). Learning to Pronounce : the earliest stage of phonological development in the child. In F.D. Minifie & L.L. Lloyd (eds), *Communicative and cognitive abilities - early behavioral assessment*. Baltimore : University Park Press.
- FERGUSON, C.A. (1979). Phonology as an individual access system : some data from language acquisition. In C. J. Fillmore, D. Kempler & W.S. Wang (eds), *Individual differences in language ability and language behavior*. New York : Academic Press.
- FERGUSON, C.A. (1986). Discovering sound unit and constructing sound system : it's child's play. In J. S. Perkell & D. H. Klatt (eds), *Invariance and variability in speech processes*. Hillsdale NJ : Erlbaum.
- FERGUSON, C.A. & FARWELL, C.B. (1975). Words and sounds in early language acquisition. *Language* 51. 419-39.
- HYMAN, L. (1977). On the nature of linguistic stress. In L. Hyman (ed.), *Southern California Occasional Papers in Linguistics* 4. 37-82.
- IMAI, S. & ABE, Y. (1979). Spectral envelope extraction by improved cepstral method. *IECE, J62-A* 4. 217-23.
- JUSCZYK, P. (1981). Infant speech perception : a critical appraisal. In P. Eimas & J. Miller (eds), *Perspectives on the study of speech*. Hillsdale, New Jersey. Laurence Erlbaum Associate.
- JUSCZYK, P. (1985). On characterizing the development of speech perception. In J. Mehler & R. Fox (eds), *Neonate cognition : Beyond the buzzing, blooming confusion*. Hillsdale, New Jersey : Laurence Erlbaum Associate.
- KENT, R.D. & BAUER, H.R. (1985). Vocalizations of the one-year-old. *Journal of Child Language* 12. 491-526.
- KENT, R.D. & MURRAY, A.D. (1982). Acoustic features of infant vocalic utterances at 3, 6 and 9 months. *Journal of the Acoustic Society of America* 72. 353-65.
- KOOPMANS-VAN BEINUM, F. (1979). Early stages in infant speech development. *Proc. 5th Inst.*

**Phon. Sci.** University of Amsterdam.

— KUHL, P.K. (1976). Speech perception in early infancy : perceptual constancies for vowel categories. **JASA Suppl.** 1, S90.

— KUHL, P.K. (1986). Infant's perception of speech : constraints on characterizations of the initial state. In B. Lindblom & R., Zetterström (eds), **Precursors of early speech**, Basingstocke, Macmillan Press, 219-244.

— LIEBERMAN, P. (1980). On the development of vowel production in young children. In G. H. Yeni-Komshian, J.F. Kavanagh & C.A. Ferguson (eds), **Child phonology**. Vol I. **Production**. New York : Academic Press.

— LINDBLOM, B., MacNEILAGE, P. & STUDDERT-KENNEDY, M. (1983). Self-organizing processes and explanation of phonological universals. In B. Butterworth, B. Comrie & O. Dahl (eds), **Explanations of linguistics universals**. The Hague : Mouton.

— LOCKE, J. L. (1983). **Phonological acquisition and change**. New York : Academic Press.

— LYNIP, A. (1951). The use of magnetic devices in the collection and analysis of the preverbal utterances of an infant. **Gen. Psych. Monogr.** 44. 221-62.

— MACKEN, M.A. (1986). Phonological development : a cross-linguistic perspective. In P. Fletcher & M. Garman (eds), **Language acquisition**. Cambridge University Press, 251-268.

— NAKAZIMA, S. (1962). A comparative study of the speech development of Japanese and American English in childhood (1) - A comparison of the voices at the prelinguistic period. **Studia Phonologica** 2. 27-46.

— NAKAZIMA, S. (1966). A comparative study of the speech development of Japanese and American English in childhood (2) - The acquisition of speech. **Studia Phonologica** 4. 38-55.

— NAKAZIMA, S. (1970). A comparative study of the speech development of Japanese and American English in childhood (3) - The reorganization process of babbling articulation mechanisms. **Studia Phonologica** 5. 20-35.

— NAKAZIMA, S. (1972). A comparative study of the speech development of Japanese and American English in childhood (4) - The beginning of the phonemicization process. **Studia Phonologica** 6. 1-37.

— OLLER, D.K. (1986). Metaphonology and infant vocalizations. In B. Lindblom & R. Zetterström (eds), **Precursors of early speech**. Basingstocke, Mac Millan Press. 21-36.

— OLNEY, R. & SCHOLNICK, E. (1976). Adult judgements of age and linguistic differences in infant vocalization. **Journal of Child Language** 3. 145-56.

— PRESTON, M., YENI-KOMSHIAN, G. & STARK, R. (1967). Voicing in initial stop consonants produced by children in the prelinguistic period from different language communities. Johns Hopkins University School of Medicine, Annual Report of Neurocommunications Laboratory 2. 305-23.

— STUDDERT-KENNEDY, M. (1986). Sources of variability in early speech development. In J. S. Perkell & D. Klatt (eds), **Invariance and variability in speech processes**. Hillsdale NJ : Erlbaum.

— STOCKMAN, I., WOODS, D. & TISHMAN, A. (1981). Listener agreement on phonetic segments in early infant vocalizations. **Journal of Psycholinguistic Research** 10. 593-619.

— VIHMMAN, M.M., FERGUSON, C.A. & ELBERT, M. (1986). Phonological Development from babbling to speech : common tendencies and individual differences. **Applied Psycholinguistics** 7. 3-40.

— WEIR, R.W. (1966). Some questions on the child's learning of phonology. In F. Smith & G. A. Miller (eds). **The genesis of language** Cambridge MA : M.I.T. Press.

— WERKER, J. & TEES, R.C. (1984). Cross-Language speech perception : evidence for perceptual reorganization during the first year of life. **Infant Behavior and Development** 7. 49-63.