



**INSTITUT BELGE DES SERVICES POSTAUX ET DES
TÉLÉCOMMUNICATIONS**

**PROJET DE DÉCISION DU CONSEIL DE L'IBPT
DU 30 SEPTEMBRE 2009
CONCERNANT
LES PROFILS BROBA ET
LA COURBE DE DÉPLOIEMENT DE L'ADSL2+**

VERSION PUBLIQUE

Méthode d'envoi des réactions au présent document

Délai de réponse: jusqu'au 9 novembre 2009
Personne de contact: Thomas Gille, Ingénieur-conseiller (02 226 88 55)
Adresse de réponse par e-mail: thomas.gille@ibpt.be

**Les réponses sont attendues uniquement par voie électronique.
Le document doit indiquer clairement ce qui est confidentiel.
La présente consultation a lieu conformément à l'article 140 de la loi du 13 juin 2005.**

Table des matières

Introduction	3
Cadre réglementaire.....	3
Profils	4
NOMBRE DE PROFILS	4
IMPLÉMENTATION DE NOUVEAUX PROFILS	5
Courbe de déploiement.....	6
SEUIL D'ATTÉNUATION.....	7
UPPER LIMIT FOR MAX TARGET BIT RATE.....	8
DÉBITS BINAIRES MAXIMUMS.....	8
COURBE DE RÉPARATION	10
Conclusion	10
Voies de recours	11

Annexe 1 : rapport d'audit relatif aux courbes ADSL2+ proposes

Annexe 2 : ADSL2+ Deployment rules and risks associated to high target rates

INTRODUCTION

Le 17 octobre 2008, l'IBPT a reçu de Belgacom un addendum à BROBA dans lequel un certain nombre d'aspects relatifs aux profils et à la courbe de déploiement de l'ADSL2+ avaient été revus.

Les profils sont les vitesses de chargement et de téléchargement possibles des lignes installées sur un DSLAM. Ces vitesses de chargement et de téléchargement possibles sont à leur tour liées à la courbe de déploiement: c'est elle qui détermine quelles sont les vitesses de chargement et de téléchargement raisonnables en fonction de la longueur de la ligne. Par exemple, lorsqu'un OLO attribue à une ligne un profil avec une vitesse plus élevée que celle indiquée dans la courbe de déploiement et que cette ligne subit des dérangements, Belgacom corrigera ce problème en diminuant la vitesse jusqu'à ce qu'elle soit adaptée à la courbe de déploiement. Etant donné que les dérangements résultent du réglage de l'OLO, Belgacom facturera un "wrongfull repair" pour cette intervention.

Pour préparer le présent projet de décision, l'IBPT a lancé le 21 octobre 2008 une consultation prospective par mail, demandant aux différents opérateurs BRUO/BROBA leurs réactions à cet addendum. L'IBPT a reçu des réactions de la Plate-forme, de Mobistar et de KPN. L'IBPT a discuté de ces réactions avec Belgacom.

Etant donné que les arguments techniques relatifs à la courbe de déploiement nécessitent une expertise très spécialisée, un appel d'offres a été lancé le 20 janvier 2009 pour la fourniture d'assistance technique en matière de règles de spectre pour l'ADSL2+ et le VDSL2.

Le 3 mars 2009, toutes les offres reçues ont été ouvertes et le 6 mars 2009, l'Université Libre de Bruxelles (ULB) a été choisie pour fournir l'assistance technique requise.

Sur la base des réactions du secteur, de l'étude de l'ULB et de ses propres opinions, l'Institut a rédigé un projet de décision qui est maintenant soumis pour consultation au secteur.

Ensuite, l'Institut intégrera les réactions et transmettra une version adaptée du projet de décision aux régulateurs communautaires conformément aux principes contenus dans l'accord de coopération.

CADRE REGLEMENTAIRE

Conformément à l'article 59, §2 et §3, de la loi relative aux communications électroniques, l'IBPT a maintenu dans sa décision du 10 janvier 2008 (telle qu'adaptée par la décision de réfexion du 02/09/2009) concernant l'analyse de marché relative aux marchés 11 et 12/2003, l'obligation pour Belgacom de publier l'offre de référence BRUO en matière d'accès dégroupé et l'offre de référence BROBA en matière d'accès à un débit binaire.

L'obligation de publication d'une offre de référence est formulée comme suit par la loi:

Art. 59, § 2. Lorsqu'un opérateur est soumis à des obligations de non-discrimination, l'Institut peut lui imposer de publier une offre de référence, qui soit suffisamment détaillée pour garantir que les opérateurs ne sont pas tenus de payer pour des ressources qui ne sont pas nécessaires pour le service demandé. Elle comprend une description des offres pertinentes réparties en divers éléments selon les besoins du marché, accompagnée des modalités et conditions correspondantes, y compris des tarifs.

§ 3. Nonobstant le § 1er, lorsqu'un opérateur est soumis à une des obligations au titre de l'article 61, § 1er, al. 2, 1°, l'Institut peut lui imposer l'obligation de publier une offre de référence telle que décrite au § 2, concernant l'interconnexion, l'accès totalement dégroupé ou l'accès partagé à la boucle locale ou à la sous-boucle locale, l'accès à un débit binaire, ou à une autre forme d'accès, selon le type d'accès qui doit être autorisé par l'opérateur concerné.

L'offre de référence doit être suffisamment détaillée de sorte que celui qui souhaite l'accès dégroupé ou l'accès au débit binaire ne doive pas payer pour des éléments de réseau ou des facilités qu'il n'estime pas nécessaires à la fourniture de ses services. Dans la décision concernant l'analyse de

marché, il est également clairement indiqué quels éléments doivent être repris dans l'offre de référence.

Belgacom ou chaque bénéficiaire de l'offre de référence peut proposer des modifications. Conformément à l'article 59, §4, de la loi relative aux communications électroniques, l'IBPT doit pouvoir modifier l'offre de référence de sa propre initiative et à tout moment. Les modifications proposées ne sont apportées qu'avec le consentement de l'IBPT.

Comme prévu par l'article 59, §5, alinéa premier, de la loi relative aux communications électroniques, l'offre de Référence doit être approuvée par l'IBPT préalablement à sa publication.

L'IBPT confirme en outre dans sa décision concernant l'analyse de marché relative aux marchés 11 et 12/2003 que Belgacom est tenue de respecter le principe de neutralité technologique.

L'absence d'une obligation de ce type permettrait à Belgacom d'arrêter les choix technologiques du marché, ce qui permettrait à l'opérateur puissant de verrouiller le marché en accord avec ses propres choix technologiques, privant le consommateur du bénéfice de l'innovation technologique qui naît de la libre concurrence. L'absence d'une obligation de liberté et d'ouverture sur le plan technologique serait également en contradiction avec l'un des principes phares du nouveau cadre réglementaire, qui est d'encourager l'innovation et la neutralité technologique en veillant en même temps à encourager l'investissement efficace en infrastructures. L'avantage du dégroupage est justement de permettre des investissements efficaces en infrastructures de réseau de desserte par l'opérateur alternatif, et le déploiement de nouvelles technologies. Restreindre le choix technologique sans raison valable fausserait la concurrence et freinerait l'innovation.

Le taskgroup spectrum management doit donner des conseils à l'IBPT concernant les règles de gestion du spectre pour le secteur entier. La gestion du spectre influence en effet tous les opérateurs qui font usage du réseau de l'opérateur puissant et Belgacom ne peut pas décider unilatéralement par exemple d'utiliser une nouvelle technologie et de mettre ainsi en péril la connectivité de bout à bout des autres utilisateurs. Il est dès lors logique qu'un organisme indépendant, où les divers intéressés pourront siéger, étudie cette nouvelle technologie et formule des propositions que le Conseil de l'IBPT entérine.

Ce paragraphe confirme que le taskgroup spectrum management conseille l'IBPT sur la gestion du spectre.

PROFILS

Des profils supplémentaires sont d'une importance vitale pour les opérateurs alternatifs car cela leur permet de diversifier leur portfolio de produits. Grâce à ces profils supplémentaires, ils peuvent attirer davantage de clients et faire concorder davantage leurs produits avec ceux de Belgacom; bref, cela renforce leur position concurrentielle.

Le présent chapitre traite d'une part du nombre de profils dont dispose chaque OLO et d'autre part, du temps nécessaire pour demander et implémenter un tel nouveau profil.

NOMBRE DE PROFILS

Dans sa proposition du 17 octobre 2008, Belgacom porte le nombre de profils spécifiques par OLO de 8 à 10 (dont maximum 8 profils ADSL) et la common pool de 20 à 30 profils (dont maximum 20 pour l'ADSL). Cette augmentation est techniquement possible en raison du fait que les DSLAM Release 5 ont une plus grande capacité en ce qui concerne les profils.

Il ressort de la réaction du secteur que les opérateurs alternatifs ne comprennent pas pourquoi le nombre de profils ATM propres reste limité à 8. Le nombre de profils ATM devrait être égal au nombre de profils de ligne, c.-à-d. 10.

Belgacom a déclaré à cet égard être d'accord pour porter le nombre de profils ATM propres à 10.

Il ressort également que certains OLO craignent que Belgacom ne favorise sa propre filiale Scarlet pour l'attribution des profils. A la demande de l'IBPT, Belgacom a confirmé la répartition suivante des profils de ligne.

[Début Confidentiel]

[Fin Confidentiel]

Sur la base des données communiquées, l'Institut n'a constaté aucune discrimination.

L'IBPT n'a pas d'indication que la nouvelle limite de 10 profils propres suscite des problèmes étant donné que personne n'atteint cette limite. Au cas où il s'avèrerait que le besoin de profils propres augmente et que la limite ne suffit plus, cette limite pourra alors être revue selon Belgacom, compte tenu des limitations techniques des DSLAM. L'Institut est d'accord pour maintenir provisoirement le nombre de profils propres à 10.

IMPLÉMENTATION DE NOUVEAUX PROFILS

Les opérateurs alternatifs estiment que l'obligation de demander un nouveau profil 6 mois à l'avance est un inacceptablement long pour une adaptation aussi courte. Cette obligation est en outre discriminatoire étant donné qu'elle n'est pas prévue pour d'autres technologies comme l'ADSL et ReADSL. Ils se demandent en outre si un délai aussi long est également d'application pour Belgacom retail.

Les OLO veulent que Belgacom s'engage à respecter le délai d'implémentation prévu. Etant donné qu'un nouveau profil correspond à une nouvelle offre de détail, le retard de cette implémentation est un moyen facile pour ralentir le lancement de nouvelles offres par la concurrence, ce qui est nuisible à la concurrence et au choix de l'utilisateur final.

Belgacom fait remarquer que l'implémentation de nouveaux profils pour l'ADSL2+ est plus difficile que pour ADSL/ReADSL étant donné que pour chaque profil supplémentaire, une règle supplémentaire ad hoc doit être ajoutée dans le processus de commande et de provisioning, pour vérifier lors de chaque demande la faisabilité de ce profil de ligne. Pour l'ADSL, ce n'est pas encore nécessaire. C'est pourquoi ce cycle est beaucoup plus court.

Belgacom fait en outre remarquer que d'un point de vue technique, des règles similaires sont également indiquées pour l'ADSL. Mais, étant donné que pour le déploiement initial de l'ADSL, il y avait moins d'expérience au niveau de l'xDSL pour le marché de consommation, de telles règles n'ont pas pu être fixées dès le départ et il semble beaucoup trop complexe de les implémenter rétroactivement. Selon Belgacom, les attentes pour l'ADSL2+ sont également beaucoup plus grandes que pour l'ADSL. Une vitesse de 20Mbps ne sera possible que pour très peu de personnes et pourtant, elle est promue, entraînant le risque que davantage de profils de ligne avec un débit binaire beaucoup trop élevé soient utilisés. Dans un tel scénario, il existe selon Belgacom un risque que toutes les lignes ADSL2+ deviennent instables et viennent perturber d'autres lignes.

Selon un OLO, c'est faux, car un profil est défini dans un DSLAM et ce, indépendamment de la technologie présente. Ils ne comprennent pas pourquoi une IT-release est nécessaire pour un profil ADSL2+ et pas pour l'ADSL. Cet OLO suspecte plutôt une stratégie de ralentissement de Belgacom pour saboter la concurrence au niveau du débit.

Suite à la réaction du secteur, Belgacom a adapté son IT de sorte que désormais, une software release mineure est suffisante pour l'implémentation de nouveaux profils, ce qui permet de réduire le délai d'implémentation de 6 mois à 3 mois. Belgacom propose d'adapter l'addendum en ce sens.

Les OLO estiment toutefois qu'aucun processus spécifique d'implémentation (ou d'adaptation informatique) n'est nécessaire étant donné que les OLO prennent eux-mêmes leurs responsabilités en matière de provisioning.

Comme dernier point, Mobistar tient cependant encore à souligner que si le délai de 3 mois est maintenu, celui-ci doit être obligatoire et que le projet d'addendum doit être adapté en ce sens.

L'ULB a réalisé une étude pour vérifier les arguments techniques. Cette étude a révélé que l'ADSL2+ était beaucoup plus sensible au crosstalk que l'ADSL faisant fortement baisser la qualité du service sur ADSL2+ lorsqu'il y a trop de crosstalk. Cette diminution ne se fait pas uniquement sentir sur la ligne qui se trouve à la base du crosstalk mais également sur les lignes qu'elle influence. Afin d'éviter une telle diminution sur différentes lignes, Belgacom doit contrôler la faisabilité de chaque demande pour un profil de ligne. Etant donné que ce contrôle s'accompagne de l'ajout de quelques règles dans le processus de commande et de provisioning et qu'une IT-release est donc nécessaire, un délai d'implémentation de 3 mois semble inévitable. L'Institut comprend que les opérateurs alternatifs veulent utiliser le maximum de débits binaires spécifiés dans la norme mais la stabilité de l'ensemble du réseau est prioritaire ici.

L'IBPT décide d'adopter la proposition de Belgacom d'écourter le délai d'implémentation à 3 mois et d'adapter l'addendum en ce sens.

COURBE DE DEPLOIEMENT

Les courbes de déploiement déterminent les vitesses de chargement et téléchargement maximales qu'un OLO peut régler pour une ligne d'une longueur donnée. Dans la courbe de déploiement, la longueur de la ligne est souvent remplacée par l'atténuation du signal (atténuation @ 800 Hz) étant donné que celles-ci sont faciles à convertir (ex. 3dB ~ 3km). Dans la proposition de Belgacom, cela donne par exemple qu'une ligne avec une atténuation de 4 dB (~4km) possède un débit maximal de 5 Mbps et une limite de réparation de 2.5 Mbps.

Les courbes de déploiement revêtent une importance stratégique pour les opérateurs alternatifs car ils peuvent ainsi concurrencer tant l'ADSL (inhérent aux spécifications d'ADSL2+) que l'ADSL2+ de Belgacom avec un produit doté de vitesses de chargement et de téléchargement supérieures. Dans le cas de l'ADSL2+, ils doivent toutefois prendre le risque que cette ligne peut devenir instable et qu'en cas de réparation, Belgacom leur facture les coûts de cette réparation.

Dans sa proposition du 17 octobre 2008, Belgacom a défini un certain nombre de courbes pour les lignes provisioning & repair d'ADSL2+:

- **upper limit for max target bit rate versus attenuation curve:** le provisioning n'est pas autorisé au-delà étant donné qu'il y a plus de [confidentiel] % de chances que plus de 4 resynchronisations par jour soient nécessaires et qu'il y ait un impact sur d'autres lignes qui présentent plus de resyncs.
- **repair curve:** au-delà de cette courbe, aucune réparation n'est possible et il n'y a pas de garantie de stabilité et de qualité de la ligne. Cette courbe a été établie sur la base de la courbe de l'ADSL pour laquelle [confidentiel] % des lignes sont stables et ensuite, le gain de performance de l'ADSL2+ par rapport à l'ADSL a été pris en compte pour arriver à la situation de l'ADSL2+.
- **upper limit for min target bit rate versus attenuation curve:** débit binaire minimal autorisé pour éviter que le CPE ne synchronise pas (par exemple en cas d'ADSL-CPE) et qu'aucun problème d'interopérabilité ne surgisse entre CPE et DSLAM. Cette courbe correspond à la courbe de déploiement BROBA pour l'ADSL.

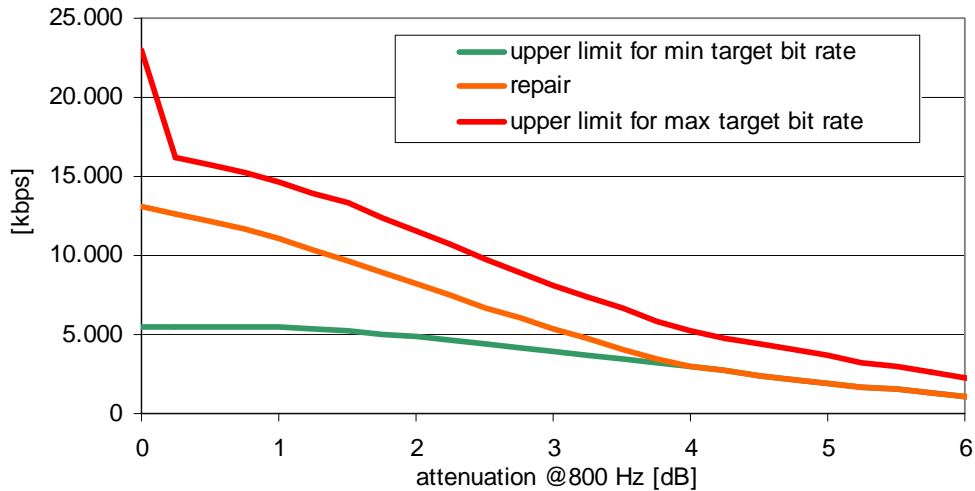


Figure: les courbes proposées dans l'addendum (cas PSTN)

Selon les opérateurs alternatifs, il est inacceptable que Belgacom puisse adapter les tableaux de sa propre initiative. Selon les OLO, ce n'est possible qu'après l'approbation préalable de l'IBPT.

L'IBPT fait remarquer que la courbe fait partie de l'offre de référence et qu'une approbation préalable de cette adaptation par l'IBPT est nécessaire. Comme prévu par l'article 59, §5, alinéa 1er, de la loi relative aux communications électroniques, l'offre de référence doit en effet être approuvée par l'IBPT préalablement à sa publication.

SEUIL D'ATTÉNATION

Les OLO rejettent la nouvelle règle (point 2 de l'article 91 du main body) qui autorise Belgacom à fixer un seuil d'atténuation par profil et à refuser toutes les commandes au-delà de ce seuil. Une telle règle est inacceptable selon les OLO tant que la distance maximale pour la technologie utilisée (par ex. 6.5 dB pour l'ADSL2+) n'est pas dépassée. En outre, cette règle introduit une discrimination avec l'ADSL.

La Plate-forme est d'avis qu'une seule courbe est nécessaire pour repair et que les OLO doivent être libres de choisir eux-mêmes le débit binaire de la ligne à fournir tant qu'une valeur maximale en dB n'est pas dépassée (ex. 3.9 dB pour l'ADSL2+). Selon Mobistar, l'Institut devrait spécifier expressément dans sa décision finale qu'étant donné que les opérateurs alternatifs envoient des commandes à leur propre risque, Belgacom ne peut même pas refuser ces commandes.

L'Institut renvoie à l'étude de l'ULB qui souligne l'importance de la stabilité de TOUTES les lignes ADSL2+. Il devient en effet par conséquent important qu'aucune ligne ne crée d'instabilités sur d'autres lignes. L'Institut comprend que les opérateurs alternatifs souhaitent utiliser les débits binaires maximums indiqués dans la norme mais la stabilité de l'ensemble du réseau est plus importante.

L'Institut est d'avis que pour garantir la stabilité du réseau, Belgacom peut analyser les seuils d'atténuation par profil et refuser les commandes éventuelles qui dépassent ces seuils.

Au lieu d'augmenter la marge de bruit (avec pour conséquence un débit binaire moins élevé), il y a une alternative : le principe du bruit artificiel qui a été lancé dans la norme VDSL2. Cela consiste à ajouter préventivement un bruit virtuel au bruit actuel de sorte qu'il n'y ait plus de resynchronisation en cas de crosstalk. L'inconvénient est qu'il faut renoncer à une partie de la largeur de bande. Après le succès en laboratoire du bruit virtuel, ce principe a été instauré rétroactivement comme standard pour l'ADSL2+. L'IBPT pourrait donc obliger Belgacom à utiliser cette solution plutôt que de diminuer le débit binaire. Malheureusement, il lui manque pour l'instant l'expérience pratique des field trials ainsi que les installations, rendant une obligation impossible. Il est toutefois demandé à Belgacom d'examiner les possibilités de bruit virtuel et de soumettre une étude à ce sujet à l'Institut.

La décision est que Belgacom doit examiner les possibilités de bruit artificiel pour l'ADSL2+ et publier un rapport public à ce sujet dans les trois mois. Une nouvelle décision sera ensuite prise concernant Artificial Noise/Virtual Noise.

UPPER LIMIT FOR MAX TARGET BIT RATE

Les opérateurs alternatifs estiment que les règles supplémentaires concernant la "upper limit for max target bit rate" est discriminatoire vis-à-vis de l'ADSL et du ReADSL pour lesquels une telle limite n'existe pas.

En outre, l'utilisation du mode "Rate Adaptative" au niveau de l'ADSL2+ rend la nécessité d'une "Upper Limit" superflue.

Les opérateurs alternatifs demandent dès lors à l'IBPT de supprimer la nouvelle limite "upper limit for max target bit rate" étant donné que l'introduction d'une telle limite n'est pas justifiée.

Belgacom contre argumente que lorsque le mode "Rate Adaptative" est utilisé, toutes les lignes ont une target bit rate van 24Mbps et toutes les lignes synchroniseront à leur vitesse la plus élevée possible. Selon Belgacom, ces lignes ont [confidentiel] % de chances de devenir instables. Selon Belgacom, les resynchronisations successives créent un réseau très instable qui aura un impact sur d'autres lignes et compromettra certains services tels que VoIP et TV.

Ces explications de Belgacom sont confirmées par l'étude de l'ULB. [confidentiel] Cette courbe est une pratique courante dans le monde des télécoms.

L'Institut décide que pour garantir la stabilité du réseau, Belgacom peut analyser la demande sur la base des courbes qu'elle a établies et refuser d'éventuels débits binaires après cette analyse. La upper limit curve for max target bit rate est approuvée.

DÉBITS BINAIRES MAXIMUMS

Les opérateurs alternatifs estiment que les débits binaires maximums fixés par Belgacom sont beaucoup trop bas. Pour un profil de 12 Mb, aucune livraison n'est autorisée pour les clients se trouvant à plus de 1346m du central et en cas de réparation, cette distance injustement courte est encore abaissée à 385m.

Il y a plusieurs indications de sous-prestations de Belgacom:

- L'offre bitstream¹ de KPN permet une vitesse beaucoup plus élevée que Belgacom. Par exemple, selon Belgacom, une vitesse de 12 Mb est autorisée pour une atténuation de 1.75dB ("POTS upper limit for max target bit rate provisioning") et 0.5dB dans le cas d'une réparation. Aux Pays-Bas, cette vitesse est possible jusqu'à 2,5 km, ce qui correspond à une atténuation de 2.5 à 3.2dB².

¹ http://www.youchooseweconnect.com/templates/dispatcher.asp?page_id=1936 – Annex 2 pag. 18

² 1km = [1 - 1.3] dB

ID new	PIR down	PIR up	RA down	RA up	type	P/I	inzet [m]	ID new	PIR down	PIR up	RA down	RA up	type	P/I	inzet [m]
6441	384	256	352	288	UBR+	ISDN	3300	1751	4096	1024	768	256	UBR+	ISDN	3500
6441	384	256	352	288	UBR+	POTS	4300	1751	4096	1024	768	256	UBR+	POTS	4200
1115	512	256	128	128	UBR+	ISDN	4300	1752	4096	1024	512	128	UBR+	ISDN	4800
1115	512	256	128	128	UBR+	POTS	4700	1752	4096	1024	512	128	UBR+	POTS	5000
1041	768	128	96	64	UBR+	ISDN	5100	1611	6144	768	512	128	UBR+	ISDN	3850
1041	768	128	96	64	UBR+	POTS	5600	1611	6144	768	512	128	UBR+	POTS	4800
1415	1024	512	160	128	UBR+	ISDN	3900	6403	6144	768	608	394	UBR+	ISDN	2650
1415	1024	512	160	128	UBR+	POTS	4300	6403	6144	768	608	394	UBR+	POTS	4300
1141	1536	256	96	64	UBR+	ISDN	5100	6443	6144	1024	608	400	UBR+	ISDN	2500
1141	1536	256	96	64	UBR+	POTS	5600	6443	6144	1024	608	400	UBR+	POTS	3750
6401	1536	256	192	160	UBR+	ISDN	3700	6446	6144	1024	512	256	UBR+	ISDN	3850
6401	1536	256	192	160	UBR+	POTS	4700	6446	6144	1024	512	256	UBR+	POTS	4800
1421	1600	512	128	64	UBR+	ISDN	5000	1761	8000	1024	1024	256	UBR+	ISDN	3500
1421	1600	512	128	64	UBR+	POTS	5000	1761	8000	1024	1024	256	UBR+	POTS	4000
1435	2048	512	256	64	UBR+	ISDN	5000	1771	10000	1024	1024	256	UBR+	POTS	3000
1435	2048	512	256	64	UBR+	POTS	5000	1771	10000	1024	1024	256	UBR+	ISDN	3000
1731	2048	1024	320	256	UBR+	ISDN	3300	1721	12000	1024	4512	256	UBR+	ISDN	2500
1731	2048	1024	320	256	UBR+	POTS	3800	1721	12000	1024	4512	256	UBR+	POTS	2500
1441	3072	512	128	64	UBR+	ISDN	4500	6404	12000	1024	4512	512	UBR+	ISDN	1800
1441	3072	512	128	64	UBR+	POTS	5150	6404	12000	1024	4512	512	UBR+	POTS	2500
6402	3072	512	352	288	UBR+	ISDN	3300	6444	16000	1024	4512	512	UBR+	ISDN	1800
6402	3072	512	352	288	UBR+	POTS	4300	6444	16000	1024	4512	512	UBR+	POTS	2500
1741	3072	1024	512	256	UBR+	ISDN	5000	6445	16000	1024	4512	256	UBR+	ISDN	2500
1741	3072	1024	512	256	UBR+	POTS	5000	6445	16000	1024	4512	256	UBR+	POTS	2500
1151	4096	256	512	128	UBR+	ISDN	4150	1701	20000	1024	4512	256	UBR+	ISDN	2500
1151	4096	256	512	128	UBR+	POTS	4950	1701	20000	1024	4512	256	UBR+	POTS	2500

- Un autre opérateur historique étranger a également une bande passante beaucoup plus élevée pour la même atténuation.

[Début Confidentiel]

[Fin Confidentiel]

- Un opérateur alternatif belge a réalisé un test sur la base de ses lignes BRUO dans différentes villes et LEX pour arriver lui-même à une courbe de déploiement ADSL2+. Par comparaison avec la proposition de Belgacom (upper limit for max downstream provisioning), cela donne plus de possibilités de débits binaires plus élevés:

[Début Confidentiel]

[Fin Confidentiel]

Les exemples précités confirment que la proposition de Belgacom est trop limitée pour les bandes passantes supérieures à 10Mb et même plus pour la courbe de réparation qui est largement inférieure à la courbe de provisioning.

L'étude de l'ULB stipule que les profils définis par Belgacom sont basés sur les statistiques ADSL de [confidentiel] lignes. Ils ont ensuite calculé et porté en compte le renforcement de l'ADSL en ADSL2+ via des simulations. L'opérateur alternatif a effectué un test sur [confidentiel] lignes ADSL2+. Les deux résultats ne se contredisent pas mais l'utilisation de ces résultats diffère entre les deux acteurs.

Les OLO dénoncent le fait qu'une telle restriction les empêche de profiter pleinement des avantages de l'ADSL2+ par rapport à l'ADSL. En limitant artificiellement les bandes passantes pour BROBA ADSL2+, Belgacom fait selon eux en sorte que la concurrence ne puisse pas lancer d'offres retail attrayantes et innovantes à très haut débit. Les opérateurs alternatifs demandent à l'IBPT d'améliorer les performances de la courbe de Belgacom.

Dans ce cadre, KPN tient à de nouveau souligner l'importance d'une détermination indépendante du profil. En raison des profils imposés, ils ne peuvent pas proposer 1Mbps upstream pour l'ADSL2+, une offre qui existe cependant dans nos pays voisins. KPN estime que l'OLO doit assumer ses responsabilités au lieu d'être limité par Belgacom.

Belgacom fait remarquer qu'elle utilise les mêmes règles de déploiement pour ses propres services retail et que ces règles sont nécessaires pour garantir la stabilité³ de toutes les lignes sur le réseau de Belgacom. Selon Belgacom, des débits binaires plus élevés ont pour seul effet des lignes plus instables, le risque de compromettre les services VoIP et TV et davantage de plaintes des utilisateurs finals. Belgacom prédit qu'au moins [confidentiel] % des lignes à haut débit (20Mbps ou plus) deviendront très instables ([confidentiel] % deviendront instables). Cela a non seulement un impact très important sur l'utilisateur direct, mais également sur les lignes contiguës: les lignes voisines présenteraient [confidentiel] % d'erreurs de transmission et de resynchronisations. Cette situation ne fera que s'aggraver si de plus en plus de lignes instables s'ajoutent.

Selon Belgacom, le marché des télécoms ne se concentre actuellement plus sur la vitesse mais sur la qualité du signal et un débit minimum garanti, d'où leur décision d'introduire une Upper Limit garantissant la qualité. Cette politique est surtout motivée par l'explosion de la TV numérique et du VoIP. Les petits utilisateurs qui surfent de temps en temps ne subissent en rien les conséquences de l'augmentation éventuelle de l'instabilité.

Belgacom fait enfin remarquer que la technologie ADSL2+ n'est pas en mesure de concurrencer la technologie VDSL, autrement Belgacom n'aurait pas investi autant dans l'architecture fibre optique.

L'Institut renvoie une nouvelle fois à l'étude de l'ULB qui souligne l'importance de la stabilité de TOUTES les lignes ADSL2+. Il devient en effet par conséquent important qu'aucune ligne ne crée d'instabilités sur d'autres lignes. L'Institut comprend que les opérateurs alternatifs souhaitent utiliser les débits binaires maximums indiqués dans la norme mais la stabilité de l'ensemble du réseau est plus importante.

L'Institut décide que pour garantir la stabilité du réseau, Belgacom peut analyser la demande sur la base des courbes qu'elle a établies et refuser d'éventuels débits binaires après cette analyse. Les débits binaires maximums sont approuvés.

COURBE DE RÉPARATION

Les opérateurs alternatifs estiment que les débits binaires maximums fixés par Belgacom pour la réparation sont beaucoup trop bas. Aucune réparation n'est possible pour les profils supérieurs à 13Mb, ce qui est contraire aux spécifications techniques qui prévoient une vitesse maximale de 24Mb.

Belgacom fait remarquer que les 24Mb ne sont jamais réalisables dans la pratique en raison du bruit & de l'atténuation. La raison pour laquelle aucune réparation n'est possible au-delà des 13Mb est que le risque est grand qu'une bande passante trop élevée soit la cause principale du problème. Les lignes qui respectent la courbe "Upper limit for maximum target bit rate versus Attenuation" ont toujours [confidentiel] % de risque d'instabilité en raison d'une bande passante trop élevée. Diminuer la bande passante est alors la seule possibilité car une réparation physique ne peut pas y remédier.

L'Institut ne voit aucune raison d'adapter cela.

Mobistar marque son accord à contrecœur sur ce point mais attire l'attention de l'IBPT sur le fait que pendant les réunions entre Belgacom et la plate-forme il a été question d'un profil de réparation spécifique dans le common pool pour les opérateurs alternatifs. Cette proposition émanait de Belgacom même et bien que n'étant pas idéale, Mobistar estime qu'elle vaut la peine d'être examinée.

L'Institut décide que pour garantir la stabilité du réseau, la courbe de réparation composée par Belgacom est approuvée.

CONCLUSION

La décision ci-dessus aborde des éléments devant être observés afin d'harmoniser l'offre de référence aux obligations réglementaires à respecter par Belgacom.

³ Selon des statistiques de Belgacom, les lignes ayant un débit binaire supérieur au 'maximum attainable bit rate' ont plus de [confidentiel] % de chances d'être instables (plus de 4 resyncs par jour) et d'avoir une mauvaise qualité de transmission (plus de 5000 secondes d'error par jour).

L'addendum, sur la base duquel a été formulée la présente décision, doit être adapté intégralement aux remarques contenues dans la présente décision.

L'Institut estime qu'un délai d'un mois après la prise de la présente décision est raisonnable pour apporter ces adaptations à l'offre de référence.

VOIES DE RECOURS

Conformément à la loi du 17 janvier 2003 concernant les recours et le traitement des litiges à l'occasion de la loi du 17 janvier 2003 relative au statut du régulateur des secteurs des postes et télécommunications belges, vous avez la possibilité d'interjeter appel de cette décision devant la cour d'appel de Bruxelles, Place Poelaert 1, B-1000 Bruxelles. Les recours sont formés, à peine de nullité prononcée d'office, par requête signée et déposée au greffe de la cour d'appel de Bruxelles dans un délai de soixante jours à partir de la notification de la décision ou à défaut de notification, après la publication de la décision ou à défaut de publication, après la prise de connaissance de la décision.

La requête est déposée au greffe de la juridiction d'appel en autant d'exemplaires qu'il y a de parties en cause. La requête contient, à peine de nullité, les indications de l'article 2, §2, de la loi du 17 janvier 2003 concernant les recours et le traitement des litiges à l'occasion de la loi du 17 janvier 2003 relative au statut du régulateur des secteurs des postes et télécommunications belges.

M. VAN BELLINGHEN
Membre du Conseil

G. DENEFF
Membre du Conseil

C. RUTTEN
Membre du Conseil

E. VAN HEESVELDE
Président du Conseil

Verification of deployment rules for ADSL2+

François Horlin, François Quitin, Stéphane Van Roy,
Philippe De Doncker, Ghislain Bocq

Université Libre de Bruxelles - U.L.B.
Avenue F.D. Roosevelt, 50
B-1050 Brussels, Belgium

June 26, 2009

Contents

1	Introduction	3
1.1	The bit loading principle	3
1.2	SNR acquisition and tracking	4
1.3	ADSL2+ expectations and limitations	4
1.4	New requirements for real-time services	5
2	Belgacom repair and upper limit curves	5
3	Theoretical analysis	6
3.1	Simulation setup	6
3.2	Gain ADSL-ADSL2+	6
3.3	Impact of cross-talk	7
3.4	Repair and upper limit curves	7
4	OLO tests	9
5	Final recommendation	9

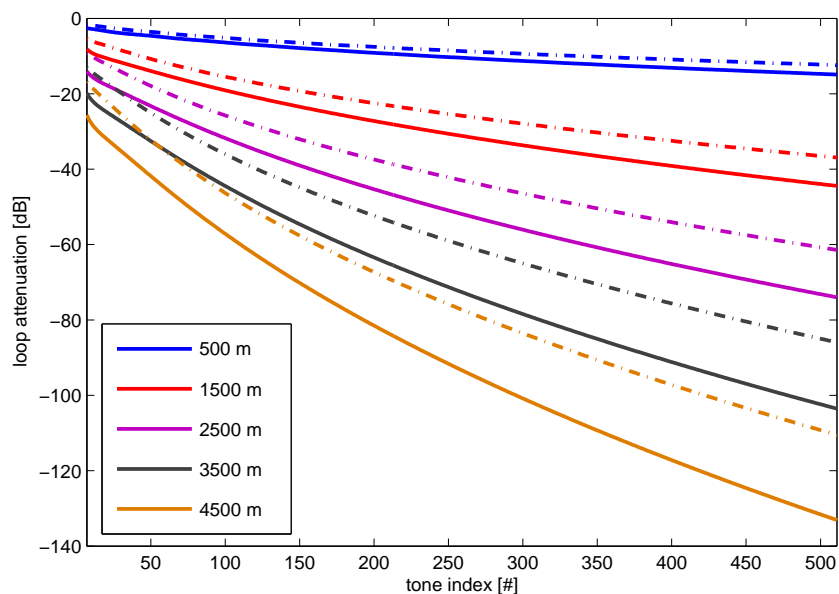


Figure 1: Cable attenuation as a function of the frequency for multiple cable lengths; solid lines: 0.5 mm cable diameter, dashed lines: 0.63 mm cable diameter.

1 Introduction

1.1 The bit loading principle

The digital subscriber line (DSL) communications systems rely on the discrete multitone (DMT) modulation technique to deal with two impairments: (1) the frequency selectivity of the propagation channels caused by the signal reflections at the cable ends; (2) the ingress noise caused by existing interfering communications systems (radio broadcast, public safety and distress communications...). The DMT principle is to divide the frequency selective channel in a set of frequency flat subchannels (called the tones), spaced by 4.3125 kHz, by using low complexity Fourier transform algorithms. The capacity of each tone (the number of bits) is fixed according to its signal-to-noise ratio (SNR), defined as the ratio between the power of the signal and the power of the noise on that tone [1].

The power of the signal depends on the transmitted power and on the transfer function of the cable. Figure 1 illustrates how the cable attenuates typically the transmitted power spectral density: the higher the cable length or the higher the tone frequency, the higher the attenuation.

The power of the noise depends mainly on the receiver noise generated in the imperfect analog components and on the cross-talk generated by the electro-magnetic coupling between the wire pairs in the same cable carrying other DSL signals. Besides the receiver noise and the cross-talk, ingress noise may also deteriorate the communication.

The SNR on each tone is simply given by the difference (in the logarithmic scale) between the received signal power spectral density (PSD) and the noise PSD at the frequency of the tone. Figure 2 illustrates how the SNR can be determined for each tone. The number of bits per tone, ranging from 0 to 15 bits, is fixed to ensure that the overall bit error rate is not higher than 10^{-7} (bit loading algorithm). The communication capacity is directly proportional to the average

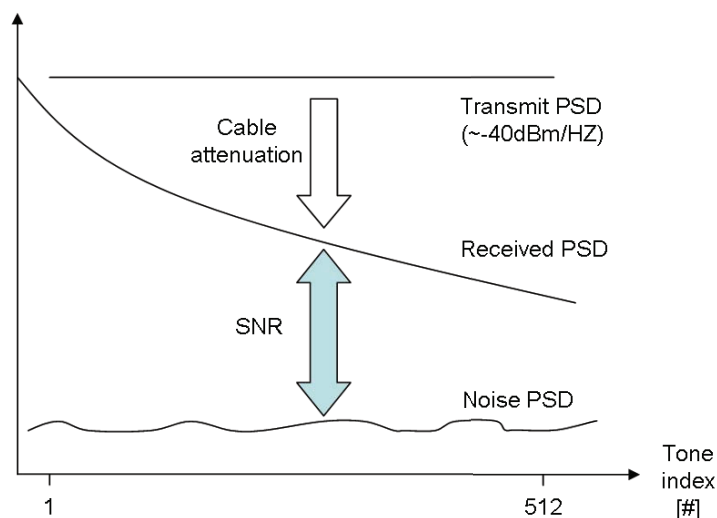


Figure 2: The SNR on each tone is the difference between the received signal PSD and the noise PSD.

number of bits on the tones. This study assesses the capacity loss due to the cross-talk between the wire pairs.

1.2 SNR acquisition and tracking

Practically, procedures must be foreseen to make the system work [2]:

- Before communicating, a rather long initialization must be foreseen to sound the channel and the noise level, and compute the SNR on each tone. Before applying the bit loading algorithm, a noise margin is taken as a security margin to prevent a too high sensitivity of the system to noise power fluctuations. For example, the noise power is often assumed 6 dB higher than its actual value (or the SNR is assumed 6 dB lower than its actual value) so that the noise power on the tones may increase by a factor 4 before the system crashes.
- During the communication, management primitives are defined to track the SNR on the tones. Bits can be exchanged between the tones when a local noise affects the performance of a few tones (bit swapping). Note that there is even a seamless rate adaptive mode defined in the standard but not implemented on the Alcatel-Lucent modems by which the number of bits of the tones may vary according to the noise conditions.

When the noise level increases too significantly (for example when other lines in the same cable start communicating), the noise margin can be beaten and the modem must resynchronize. In other words, it must perform again the initialization to reevaluate the SNR and determine the number of bits allocated to the tones. As the SNR is lower, the bit rate will eventually be smaller than the initial value to reach a stable working point.

1.3 ADSL2+ expectations and limitations

Compared to ADSL and ADSL2, the new ADSL2+ uses a larger frequency bandwidth that could help in improving the supported data rates. The maximum number of tones is increased accordingly from 256 to 512. Unfortunately, the attenuation of the cables increases dramatically

with the frequency (see Figure 1) so that SNR will only be sufficient for short cables on the new tones to improve the capacity. Therefore, ADSL2+ may deliver a higher capacity than the former ADSL systems for short cables, but has the same capacity as the former ADSL systems for medium-length to long cables.

When the target capacity of the modems is too high (to meet for example the new ADSL2+ user expectations), the lines must work with low noise margins (much smaller than the practical 6 dB value). The immunity to noise power fluctuations is highly reduced. New lines entering the network (and synchronizing) constitute a new source of noise for the existing lines and could beat rapidly the low noise margin of the high capacity lines. The high capacity lines could require themselves a resynchronization, and the overall network could become unstable.

1.4 New requirements for real-time services

Conventional internet services, like web browsing, are usually based on the transmission control protocol (TCP) known to be robust against transmission errors and line interruptions. The data packets must be acknowledged and retransmissions occur in case of errors. Getting the data is just a matter of time...

Real-time internet services, like VoIP and digital TV, rather work with the user datagram protocol (UDP) known to minimize the communication latency. The data packets do not need to be acknowledged and no retransmission is performed in case of errors. The quality and stability of the communication line impacts directly the real-time services.

Coming back to the DSL context, it is therefore important to prevent the communication lines to work at low noise margins. Two different strategies can be defined:

- Ensure that each new line entering the network takes a sufficient 6 dB noise margin (strategy proposed by some alternative operators);
- Define an upper limit on the attainable data rate which translates implicitly in a minimum required noise margin (strategy of Belgacom).

Following the first strategy, the data rates assigned to the modems will decrease according to the order of access to the cable (the noise power increases with the number of active modems). The modems entering the cable first will be allocated a high data rate (higher than the upper limit defined in the second strategy) while the modems entering the cable last will be allocated a low data rate (lower than the upper limit defined in the second strategy). There is however a significant risk that the first modems resynchronize when the new modems access the cable, and stabilize also to a much lower data rate. The overall network finally works at a much lower data rate than the upper limit defined in the second strategy. The second strategy is therefore preferred to the first strategy, as it should deliver a higher fairness among the users and a higher overall data rate in typical high crosstalk scenarios. It should be noted that industrial experts have confirmed the appropriateness of this approach.

2 Belgacom repair and upper limit curves

[Confidential]

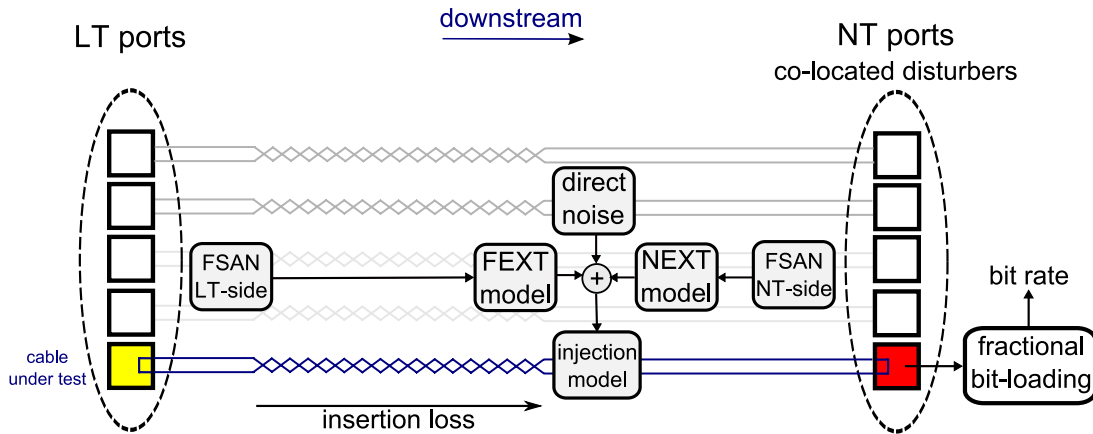


Figure 3: Simulation topology; all wire pairs are assumed of equal length.

3 Theoretical analysis

3.1 Simulation setup

Downstream simulations are performed in order to assess the performance of ADSL and ADSL2+ systems. The goal is to check if the Belgacom curves are realistic. These simulations require, as an intermediate result, the frequency-dependent effective SNR evaluated from the transmit signals attenuated along the cables and disturber noise signals (see Figure 3).

The transmit signals are modeled by the *ADSL/POTS/FDD*, *ADSL2+ over POTS*, *ADSL2+ over ISDN*, and *ADSL-FB* PSD models taken at their nominative values [6]. The cable characteristics are extracted from two-port cable models that represent real twisted pair cables. These models and their associate line parameters are described in [5]. Especially, the simulations are performed using the PE05 and PE063 cable models, whose sections are 0.5 and 0.63 mm, respectively. The topology of the test loops is simplified to one elementary symmetrical cable segment. Insertion loss of a cable section is normalized to a reference impedance of 135 ohm (see Figure 1).

Cross-talk is caused by undesired interference from various disturbers that are distributed over the local loop. In the simulation, a full service access network (FSAN) sum model combined with virtually colocated ADSL2+ NEXT and FEXT models are used. The cross-talk models and their parameters are detailed in reference [7]. Finally, direct noise level caused by other disturbances is set to -140 dBm/Hz.

The data rate is deduced from the effective SNR reduced by the noise margin [7]. Fractional bit-loading with a maximum of 15 bits per tone is performed. The effective SNR-gap is a combination of the modulation gap (9.75 dB for 10^{-7} BER), the coding gain (4.5 dB) and the implementation loss (3 dB). A 15 % channel coding overhead is assumed.

3.2 Gain ADSL-ADSL2+

Figure 4 depicts the gain from *ADSL over POTS* to *ADSL2+ over POTS* when the ADSL-FB noise profile, 20 *ADSL2+ over POTS* and 2 *ADSL2+ over ISDN* are active (typical penetration scenario). For both PE05 and PE063 cable sections, the gain decreases from 100 % to 0 % when

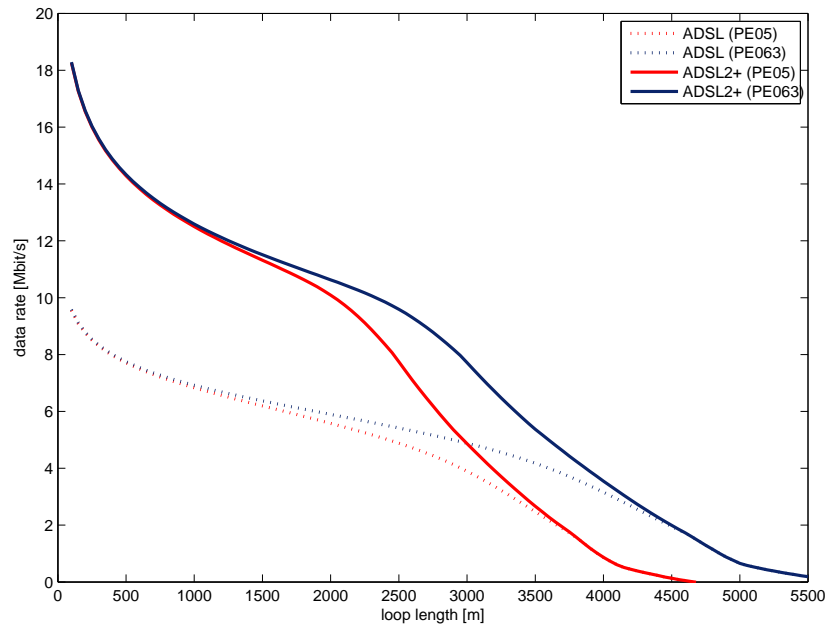


Figure 4: Comparison ADSL - ADSL2+ data rate; crosstalk: ADSL-FB + 20 ADSL2+ over POTS + 2 ADSL2+ over ISDN.

the loop length increases from 0 to 4000 m. This result confirms the gain computed by Belgacom between the two systems.

3.3 Impact of cross-talk

Figure 5 depicts the *ADSL2+ over POTS* performance when the number of disturbers is progressively increased (steps of 10 *ADSL2+ over POTS* and 1 *ADSL2+ over ISDN* disturbers). The ADSL-FB profile is always active. Because the model takes the physical repartition of the wire pairs in the cable into account, the distance reference wire pair-disturber wire pair increases with the number of disturbers. The first disturbers have therefore a higher impact on the performance than the last disturbers (factor M^{1/K_n} where M is the number of disturbers and $K_n = 1/0.6$). The scenario 100 *ADSL2+ over POTS* and 10 *ADSL2+ over ISDN* can be seen as a high cross-talk case and will be used as a reference for the next simulations.

3.4 Repair and upper limit curves

The repair curve corresponds to a noise margin equal to 6 dB. The upper limit curve is obtained when the noise margin is reduced to 0 dB. The two curves are illustrated in Figure 6. The data rate difference between the two curves slowly decreases with the loop length and converges to 0.

After loop length/attenuation conversion, the theoretical curves are compared to the curves of Belgacom in Figure 7. These curves confirm that the curves of Belgacom are realistic.

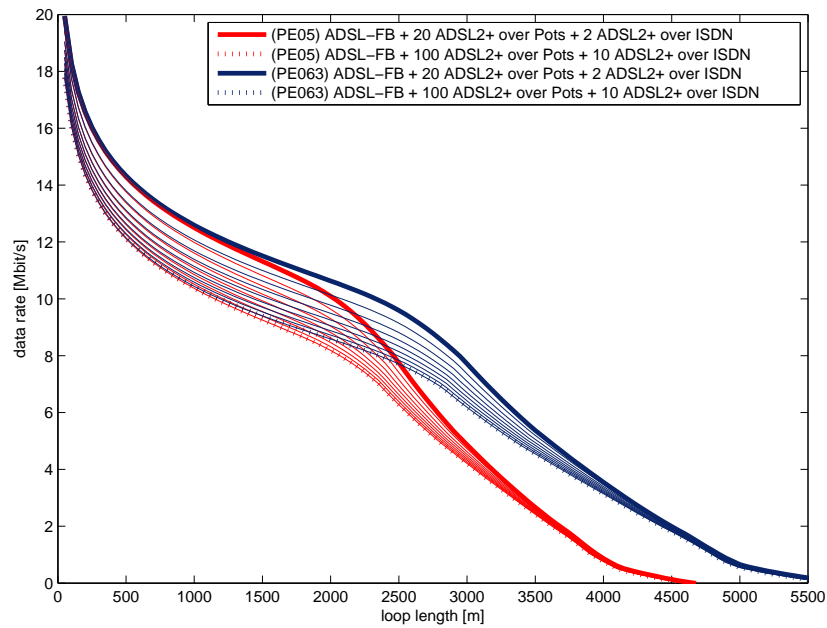


Figure 5: Impact of cross-talk on ADSL2+ data rate; increasing number of disturbers.

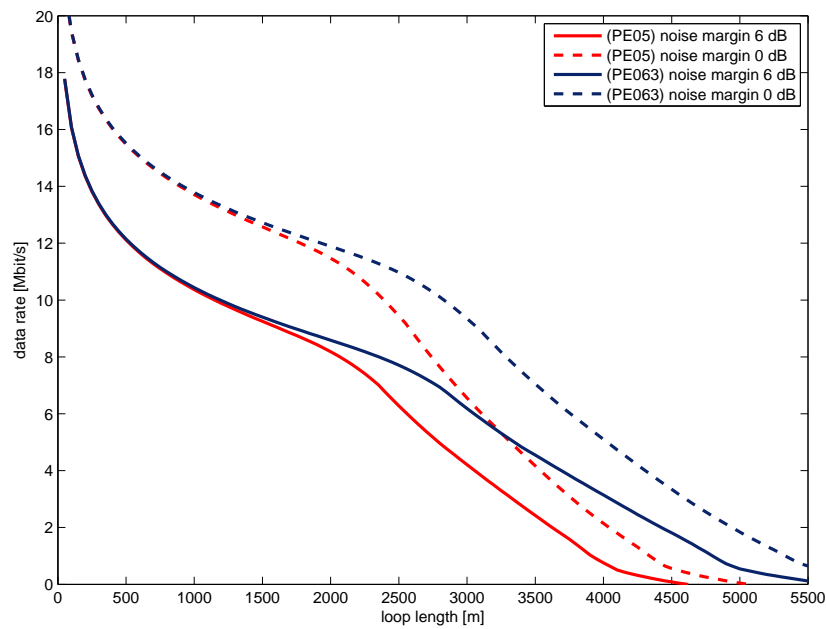


Figure 6: ADSL2+ data rates for a varying noise margin (0 dB and 6 dB).

[Confidential]

Figure 7: ADSL2+ repair/upper limit curves: comparison between the theoretical and the Belgacom curves.

4 OLO tests

[Confidential]

5 Final recommendation

Two curves should be defined to ensure fair and proper usage of the shared network:

- The repair curve, defining the data rate limit above which no ticket may be addressed to Belgacom;
- The upper limit curve, defining the data rate limit above which the lines are not allowed to work.

Both curves are function of the attenuation, usually defined at 800 Hz.

A reasonable repair curve is defined as the curve for which 90 % of the lines have a noise margin equal to 6 dB (in other words, 90 % of the lines are stable). A reasonable upper limit curve is defined as the curve for which 90 % of the lines have a noise margin equal to 0 dB (in other words, 10 % of the lines are always unstable).

The Belgacom proposal is in agreement with our recommendation, and therefore, the curves proposed by Belgacom should be considered as the reference repair and upper limit curves.

We like to finally note that the curves are only approximative since they are partially based on simulations. As soon as the number of ADSL2+ subscribers significantly increases, the curves should be revisited based on large scale field statistics.

References

- [1] Marc Fossion (Thalès ETCA), Frank Defoort (Alcatel-Lucent), "DSL Technology", *Seminar*, Mons, Belgium, April 2009.
- [2] ITU-T Recommendation G.992.5, "Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) transceiver - Extended bandwidth ADSL (ADSL2+)", January 2005.
- [3] Stéphane Bloch (Belgacom), Christophe Mottiat (Belgacom), "ADSL2+ Rules Construction", *IBPT meeting*, Brussels, Belgium, May 2009.
- [4] Rob van den Brinck, "Cable reference models for simulating metallic access networks", *ETSI meeting*, Lulea, Sweden, June 1998.
- [5] ETSI TS 101 388 v1.3.1, "Transmission and Multiplexing (TM); Access transmission systems on metallic access cables; Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL) - European specific requirements", May 2002.
- [6] ETSI TR 101 830 V1.5.1 "Transmission and Multiplexing (TM); Access networks; Spectral management on metallic access networks; Part 1: Definitions and signal library" 2008-2009.
- [7] ETSI TR 101 830 v1.2.1, "Transmission and Multiplexing (TM); Access networks; Spectral management on metallic access networks; Part 2: Technical methods for performance evaluation", July 2008.

1. Introduction

1.1 Focus on line quality

The xDSL industry is showing a growing focus on line quality. Standardization effort on physical layer retransmission, mechanism to protect line stability such as virtual noise into the Dynamic Spectrum Management development, new features such as rapid rate adaptation, addendums to ADSL2+ standard for better Impulsive Noise Protection settings ... all those initiatives and efforts have as main focus the possibility to improve customer quality of experience rather than increasing the speed.

Customer quality of experience was also the main topic of DSL Seminar organized in March 2009 by TNO into Delft. During this Seminar TNO explained that the trend into xDSL deployment was to go from internet access services with best-effort speed requirement to video services with requirements on minimum speed and high sensitivity to bit errors. TNO added that this trend is amplified even more when migrated (from standard-TV) to HD-TV.

KPN brought also an interesting contribution to this seminar where they explained that commonly accepted quality requirements for TV services over DSL, that are also used by KPN, are less than 1 transmission error per hour and less than 1 retrain per week. However KPN admitted that the latest requirements was probably too strict since less than 1 retrain per day was already very hard to achieve. Informal contacts with other operators confirmed that those requirements are widely used.

Important conclusion from KPN during this seminar was the VDSL2 stability still needs to be improved while TNO concluded that finding a good balance between line quality and market reach is not trivial.

Beside the growing importance of TV services on xDSL there is also the massive move of voice service to Voice over IP solutions that concerns directly all operators. Compared to TV, Line quality requirements for VoIP may be somewhat less strict for what concerned the transmission errors but not for what concern the line stability. Customers are used to very high availability with POTS. Compared to this high availability, 2 retrains of 1 minute each per 24h would only lower the availability to 99,86%, but would already be perceived as much too excessive by the end-users.

Given the fierce competition from cable operators and the growing importance of voice over IP and digital TV, **enabling a decent quality of experience is key to enable DSL operators to offer competitive products.** The efforts of the DSL industry and the concerns expressed by operator's shows that it is not trivial to do so.

Conclusion

- Quality of Experience (QoE) is key for the future of DSL.
- VoIP services needs very good line stability
 - Less than 1 or 2 retrains per day
- Quality requirements for HDTV transmission are very severe with
 - Less than 1 retrain per day/week (BGC use 1 retrain /2 days as criteria)
 - Less than 1 error per hour
- Efforts must be done to protect this QoE

1.2 Risks associated to high target bit rates

xDSL statistics shows that lines with a target bit rate greater than maximum attainable bit rate have more than 25% of risk to be unstable (used criteria for Fast Internet Access is more than 4 retrains per day, but more than 100 retrains per day are possible).



BROBA ADSL2+ profiles

Beside the fluctuating power effect, each time the line loss its synchronization and retrains the bit loading and fine gain tuning that affect the exact PSD usage can be different from previous synchronization. The consequence of this is that the associated FEXT noise induced to other lines will also be different after each retrain.

Therefore unstable lines will create non-stationary noise conditions that can impact the stability and transmission quality of other lines in the same cables. Tests on real cables and field statistics have showed that unstable lines can initiate transmission errors and retrains on other lines.

Belgacom has the same concern about Quality of Experience over DSL lines that other operators like KPN, France Telecom, Swisscom expressed for their own network during the TNO DSL Seminar. **Therefore Belgacom promotes the usage of rules that would minimize the risk of line instability in order to minimize the associated risk on other lines.**

2. Risks estimation

2.1 Risk of being unstable and very unstable

The following table shows network wide statistics in terms of average retrains per 24h over one week for mostly all xDSL lines connected to Belgacom equipment, without distinction of xDSL flavor or line profile but categorized per downstream noise margin ratio (Dn NMR).

Dn NMR Category	Retrain > 1	Retrain > 4	Retrain > 10	Retrain > 50	Retrain > 100	Retrain > 500
>12	11,9%	3,1%	1,3%	0,3%	0,2%	0,0%
8-12	21,6%	7,2%	3,0%	0,7%	0,4%	0,1%
0-7	49,0%	25,1%	13,0%	2,5%	1,2%	0,2%
All NMR	18,8%	6,9%	3,2%	0,7%	0,3%	0,1%

The table shows that lines with high number of retrains such as 100 or more per day are unfortunately a reality. The split into noise margin category clearly shows that lines with downstream noise between 0 and 7dB have much higher risk to be unstable or very unstable. Typically those lines correspond to lines that have their attainable bit rate below their target bit rate (meaning that they cannot achieve their configured speed because of actual line conditions), in other words lines with a too high target bit rate.

From above table, **we can predict that in case of provisioning ADSL2+ lines with target bit rate of 20Mbps or more at least 2,5% of those lines will be very unstable with more than 50 retrains per day.**

Some customers that are intensive surfers, or that use per-to-per, VoIP, ... will be highly annoyed by high retrain rate. This will increase the repair rate and customer disappointment. At the opposite, more casual surfers will barely notice the high retrain rate and therefore present a permanent danger. Indeed such instability level is not necessarily blocking for fast internet access. Because PPPoE maintains the connection to ISP unbroken, one retrain of 30" each 30' can be absolutely unnoticed when clicking on a link from time to time. This may have as consequence that no repair will be triggered by a significant part of the customers on unstable lines and that those unstable lines could continue to disturb other lines for a long time if no proactive action is taken.

2.2 Risk that unstable lines can impact other lines

2.2.1 Estimation based on test results

Tests were performed in the Belgacom's Ophain cable farm in order to evaluate if unstable lines could negatively impact other lines. Those tests can be summarized as follows:

A group of 32 ADSL2+ lines were connected over the same cable. Some lines were designated as victim lines and had a configuration that enabled a noise margin between 6 and 10dB. Other lines were designated as disturber and had a configuration that made them unstable.

We tested different victim/disturbers combinations. Not all victim lines were impacted by the fluctuating noise conditions, but typically 25% experimented transmission errors and retrains.

For most of the cases the ratio between errors (CV or Retrains) on the victim line and the number of retrains of the disturber was about 1/100. But for two lines into one test the number of CV was excessively high in such way that it could not permit FIA, nor VoIP service. Those two lines did also experiment a retrain.

Those result shows that it cannot be excluded that **in some situation some lines will suffer from the fluctuating noise conditions that could be created by unstable lines.**

2.2.2 Estimation based on network statistics

By comparing statistics of VDSL2 lines that are on a KVD (street cabinet) where some very unstable xDSL lines (of any flavor) are present with VDSL2 lines on other KVD can indicate if a negative impact from very unstable lines on TV services can be suspected.

50 Retrains per day was used as threshold to define very unstable lines in this exercise.

In order to put in evidence the impact on other lines, the comparison statistics are done by excluding the very unstable lines.

The statistics are split for KVD without unstable lines being present, KVD with one very unstable line, KVD with two or more (more than 2 being very unlikely) unstable lines.

The following are considered in table below:

- Nb VDSL2 with average Downstream Error Second too high for HD iDTV (24 ES/24h corresponding to the 1 error/hour for TV service used by KPN and other operators)
- Nb VDSL2 with average Downstream Error Seconds much too high for iDTV (250 ES/24h)
- Nb VDSL2 with Retrain > 1 (average Retrain per 24h over one week 24h corresponding to the 1 retrain/24h for TV service used by KPN and other operators))

KVD kind	Nb VDSL2 with DnES too high for HD iDTV (24 ES)	Nb VDSL2 with DnES much too high for iDTV (250 ES)	Nb VDSL2 with Retrain > 1
No very unstable lines on KVD	3,5%	1,1%	3,8%
1 line with more than 50 Retrains/24h on KVD	4,0%	1,3%	4,0%
> 1 line with more than 50 Retrains/24h on KVD	5,0%	2,0%	4,1%

The above table shows that the ratio of VDSL2 lines that do not fulfill the TV quality requirements increases when very unstable lines are present.

More worrying is that the ratio of VDSL2 lines that are seriously not OK for TV services with more than 250 ES/24h does also increase in presence of very unstable lines.

The field statistics confirm thus the tests results and do underline the fact that very unstable lines may have a negative impact on other lines.

Today, that current VDSL2 penetration is still moderate and application of max speed for FIA lines - resulting in more unstable line - is currently not generalized; the current probability of a VDSL2 line to be in the neighborhood of the very unstable line is still modest.

But, with the unavoidable increase of those 2 factors, **those field statistics can only become more negative if specific precautions are not taken.**

2.3 Conclusions on Risks estimation

The risk estimation detailed above can be summarized as follows:

- Field statistics shows that in best effort mode, due to high target bit rate, 25% of the lines are unstable and 2,5% are very unstable with more than 50 Retrans per 24h.
- Test have shown that very unstable lines can create errors and retrains on other lines which have a correct configuration which should guaranteed them a correct quality in normal situation.
- Field statistics confirm that very unstable lines have an impact on VDSL2 TV lines and do increase the ratio of lines that does not fulfill the commonly accepted quality requirement for TV services.
- Statics can only become more negative if the ratio of unstable lines increases.

As conclusion, allowing xDSL deployment without precautions to avoid very unstable lines is a real risk for

- the overall quality of the xDSL network and the consumer experience,
- and forthe future of TV services over DSL.

3. Belgacom solution to limit the risk of very unstable lines and associated impact

The best solution to limit the risk that very unstable lines could impact other lines would be to avoid unstable lines. Unfortunately unstable lines cannot be totally avoided, but the risk that xDSL would be unstable can nevertheless be significantly limited with reasonable deployment rules.

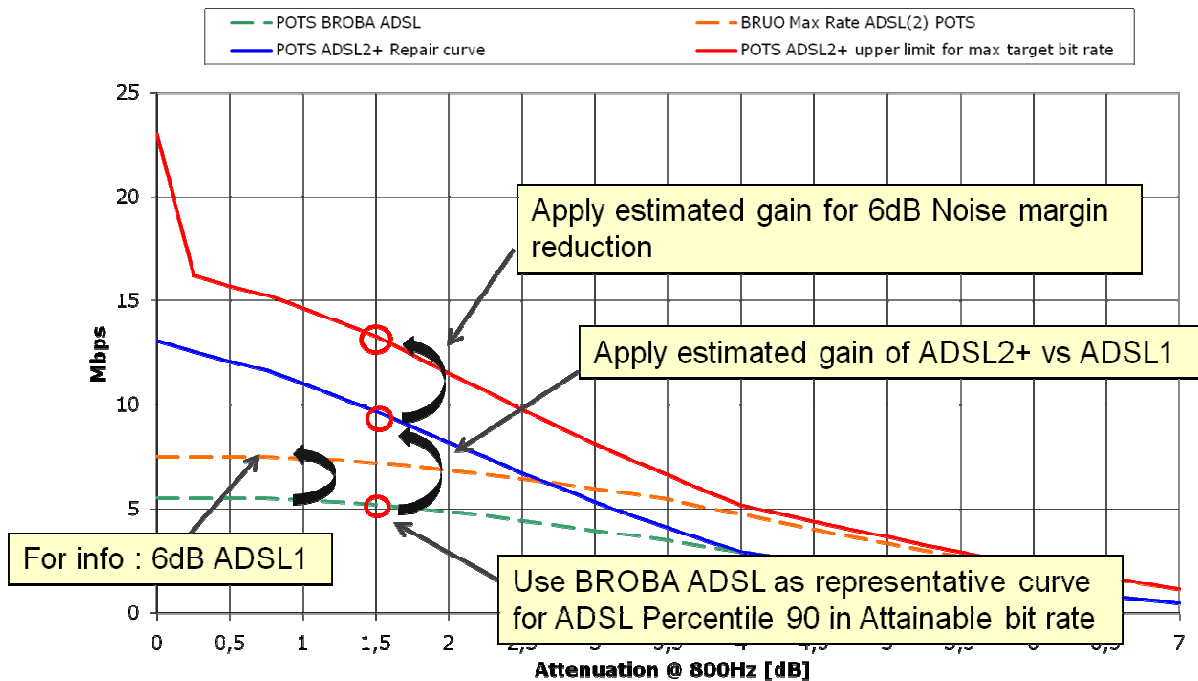
Since xDSL lines with a target bit rate greater than maximum attainable bit rate (meaning that they cannot achieve their configured speed because of actual line conditions) show much more risk to be unstable than other lines, the simplest solution would be to define a Upper limit for maximum target bit rate vs Attenuation provisioning rule such that the ADSL2+ line has at least 98% of chance to achieve the provisioned bit rate.

However such rule could easily be considered as excessively conservative. For two reasons:

- The 98% can be seen as very high and would result in a very low provisioning curve
- Because xDSL lines retrains when noise margin drops below 0, the important point is not if the line can reach the target bit rate, but rather that its noise margin will not drop below 0dB once it is synchronized.

Therefore Belgacom proposed a provisioning rule that should reduce the risk that the line noise margin can drop below 0dB to less than 10%.

The figure below illustrates how this provisioning rule was obtained:



The following steps were taken to find the "Upper limit for maximum target bit rate vs Attenuation" curve:

- Take the BROBA ADSL curve - a representative curve for ADSL percentile 90 - as reference.
- Estimate the gain in performances between ADSL2+ and ADSL based on lab test where the CPEs are tested in both mode and simulations.
- Estimate the possible ADSL2+ percentile 90 based on ADSL percentile 90 and estimated gain between ADSL2+ and ADSL.



BROBA ADSL2+ profiles

- Estimate the possible gain in performance when noise is reduced by 6dB based on ADSL and ADSL2+ simulations and ADSL statistics.
- The estimated ADSL2+ percentile 90 added by the estimated gain due to 6dB of noise reduction provides the deployment curve.

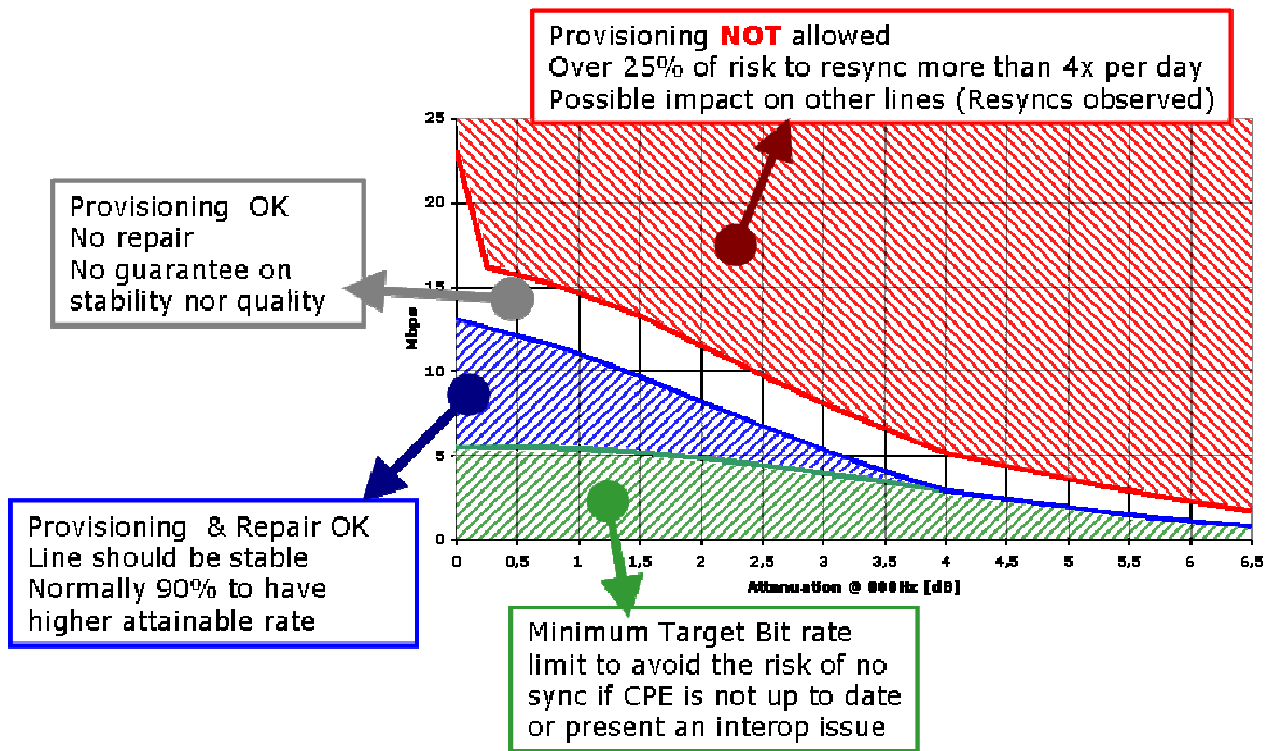
This resulted in the proposed ADSL2+ deployment rules described in section 4 of this document.

4. ADSL2+ Deployment rules

Following curves define the provisioning and repair rules of ADSL2+ (per direction and flavour):

- Upper limit for min target bit rate vs Attenuation curve
- ADSL2+ Repair curve
- Upper limit for max target bit rate vs Attenuation curve

Those curves are further explained in following section and are illustrated in figure below (for downstream of ADSL2+ over POTS).



4.1 Upper limit for minimum target bit rate vs Attenuation curve

4.1.1 Downstream

There are some situations where the ADSL2+ line could synchronise into ADSL mode, examples are:

- Interoperability issue between third party CPE and DSLAM for some specific rate-reach combinations
- Customer has an ADSL CPE
- CPE firmware is not up to date

In such situation, if the minimum target bit rate is configured for a rate that is not possible in ADSL mode, the line will not synchronize at all. This may seriously complicate the repair process since no modem performances nor status data will be available.

Therefore the ADSL1 BROBA II deployment curve shall be re-used as the upper limit for the minimum target bit rate as function of the loop attenuation at 800Hz.

4.1.2 Upstream

ADSL2+ uses the same upstream frequencies as ADSL1 therefore similar upstream performances can be expected. As consequence, the BROBA ADSL curve that limits the ADSL upstream minimum target bit rate should also apply to ADSL2+.

4.2 ADSL2+ Repair curve

4.2.1 Downstream

Due to lower noise margins, lines with high target bit rates have more risk to be unstable or have many transmission errors even when there is no physical defect on the line. Physical repair on such lines will not help and a decrease speed can be the only possible solution to improve the line quality. Therefore, just as it is done for ADSL, when for a given loop attenuation the line has a target bit rate above the ADSL2+ repair curve and has quality problem issues, a decrease speed to a more reasonable target bit rate must be done before considering a physical repair.

The ADSL2+ repair curve was determined as follows (see also §5 More details on ADSL2+ Curve construction):

- Take the BROBA ADSL curve - a representative curve for ADSL percentile 90 – as reference.
- Estimate the gain in performances between ADSL2+ and ADSL based on lab test where the CPEs are tested in both mode and simulations.
- Estimate the possible ADSL2+ percentile 90 based on ADSL percentile 90 and estimated gain between ADSL2+ and ADSL.

The ADSL2+ repair curve has higher bit rates than the “upper limit for minimum target bit rate” curve as it is expected to be representative for 90% of the ADSL2+ lines that do really work in ADSL2+ mode.

4.2.2 Upstream

ADSL2+ uses the same upstream frequencies as ADSL1 therefore similar upstream performances can be expected. As consequence, the BROBA ADSL curve that defines the repair rules for ADSL upstream maximum target bit rate should also apply to ADSL2+.

4.3 Upper limit for maximum target bit rate vs Attenuation curve

4.3.1 Downstream

ADSL2+ Lines with target bit rates above the ADSL2+ Repair curve will have a significant risk to be in a situation where the target bit rate is greater than the maximum attainable bit rate.

xDSL statistics shows that lines with a target bit rate greater than maximum attainable bit rate have more than 25% of risk to be unstable (more than 4 retrains per day) and to have a very poor transmission quality (more than 5.000 Error Seconds per day).

Such situations typically lead to excessive rate of repair requests and customer disappointment.

Unstable lines will create non-stationary and non-Gaussian noise conditions that can impact the stability and transmission quality of other lines in the same cables. Tests on real cables have showed that unstable lines can initiate retrains on other lines.

→ Therefore xDSL target bit rates shall be carefully selected to keep the risk for instability at an acceptable level.

Limiting the maximum target bit rates of ADSL2+ below the ADSL2+ repair curve will certainly minimize the instability risk but this may be seen as a too conservative rule as 90% of the lines are normally able to have higher bit rate.

Therefore BGC determined the "Upper limit for maximum target bit rate vs Attenuation" curve as an optimum trade off between

- high rates
- acceptable risk for line instabilities
- useful coverage

To do that BGC determined the maximum target bit rate in function of loop attenuation such that if the line synchronizes exactly at its target bit rate the risk that the noise margin decreases below 0dB later on is not greater than 10%.

Therefore it is believed that ***within the proposed deployment rule the risk that a line would be unstable is not greater than 10%.***

The following steps were taken to find the "Upper limit for maximum target bit rate vs Attenuation" curve (see also §5 More details on ADSL2+ Curve construction):

- Take the BROBA ADSL curve - a representative curve for ADSL percentile 90 - as reference.
- Estimate the gain in performances between ADSL2+ and ADSL based on lab test where the CPEs are tested in both mode and simulations.
- Estimate the possible ADSL2+ percentile 90 based on ADSL percentile 90 and estimated gain between ADSL2+ and ADSL.
- Estimate the possible gain in performance when noise is reduced by 6dB based on ADSL and ADSL2+ simulations and ADSL statistics.
- The estimated ADSL2+ percentile 90 added by the estimated gain due to 6dB of noise reduction provides the deployment curve.

Value at 0dB is a bit special. Since field statistics are inexistent for null loops, we used lab results where the maximum observed sync rate for null loop was about 23Mbps.

4.3.2 Upstream

Limiting the downstream maximum target bit rate to avoid excessive risk of instability would make little sense if the lines could become unstable because of the upstream direction. Therefore a limitation for the upstream maximum target bit rate is also needed. This limitation has been set to 740kbps which presents a similar protection level than the downstream limitation.

5. More details on ADSL2+ Curve construction

5.1 Why could BGC not use statistics of iDTV-ADSL2+ lines in 2008

Firstly, because Belgacom had not enough statistics for the bitrates higher than 9Mbps. Secondly, Belgacom statistics could not be extended to the whole market because many parameters that are crucial for ADSL2+ performances, stability and robustness are left at CPE vendor discretionary into the ADSL2+ standard. Indeed lab tests have showed that CPE of different brands may have very different behaviour and performances. [E.g. up to 3dB of difference in the downstream PSD level when tested in the same line and noise conditions and against the same DSLAM.]

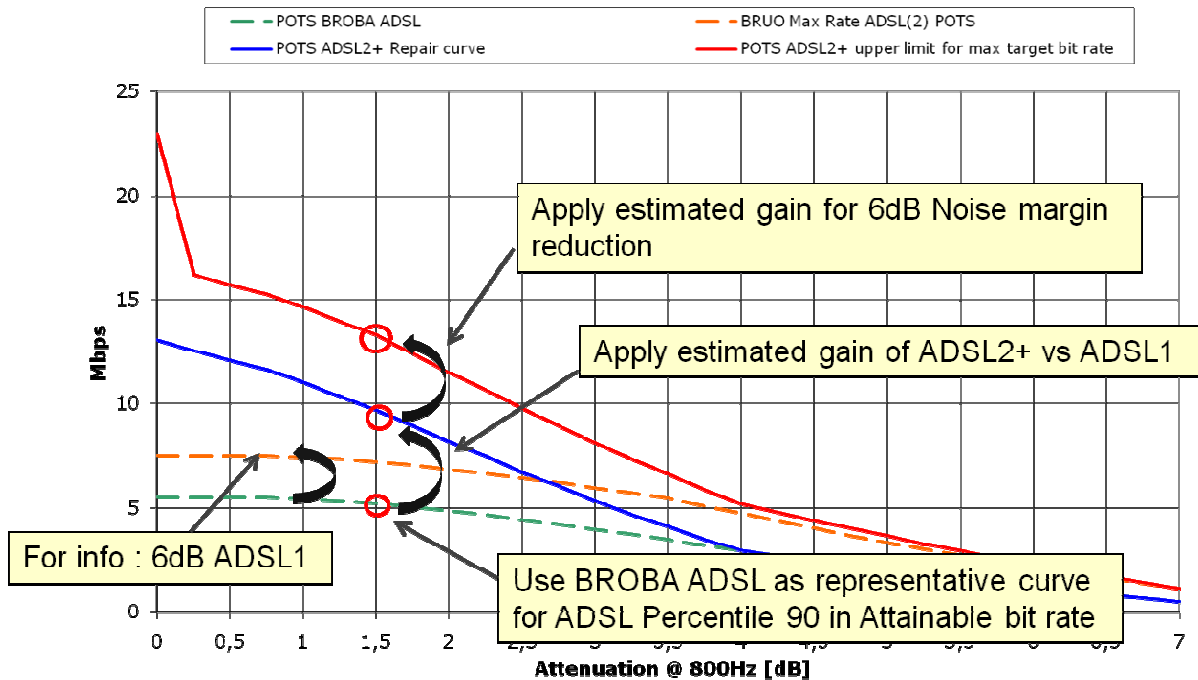
The CPE models that Belgacom use for its iDTV services were extensively tested and their firmware fine-tuned in the vendor discretionary areas of G.992.5 in order to achieve acceptable performances for iDTV services. In addition BGC increased the target noise margin [(12 dB instead of 6 dB)] in order to increase the chance to achieve acceptable transmission quality level for iDTV service.

The line profiles proposed for BROBA are designed for fast internet services with lower quality requirements and therefore use 6dB as target noise margin in order to achieve better performances.

→ Therefore statistics that were obtained with a single CPE brand that was specifically tuned to BGC needs could reasonably not be extended to a market model without control over the CPE and with other line settings.

5.2 Construction of ADSL2+ curve

As already mentioned in other section of this document, proposed ADSL2+ were constructed as follows

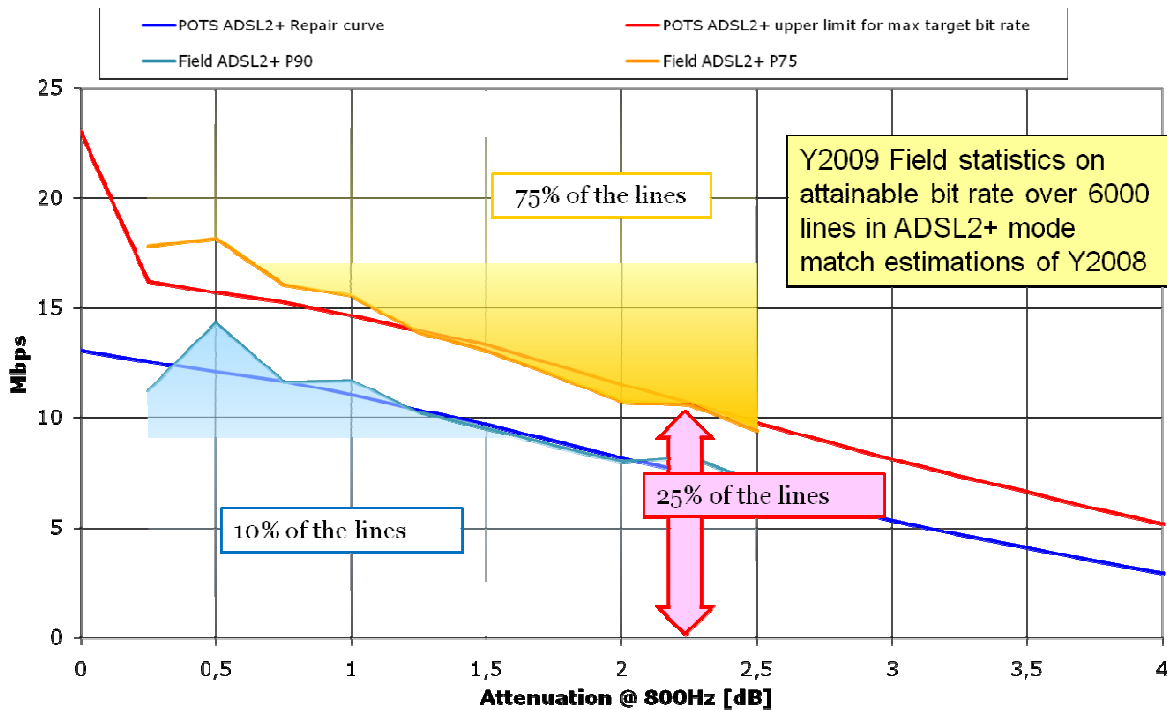


The following steps were taken to find the "Upper limit for maximum target bit rate vs Attenuation" curve:

- Take the BROBA ADSL curve - a representative curve for ADSL percentile 90 - as reference.
- Estimate the gain in performances between ADSL2+ and ADSL based on lab test where the CPEs are tested in both mode and simulations.
- Estimate the possible ADSL2+ percentile 90 based on ADSL percentile 90 and estimated gain between ADSL2+ and ADSL.
- Estimate the possible gain in performance when noise is reduced by 6dB based on ADSL and ADSL2+ simulations and ADSL statistics.
- The estimated ADSL2+ percentile 90 added by the estimated gain due to 6dB of noise reduction provides the deployment curve.

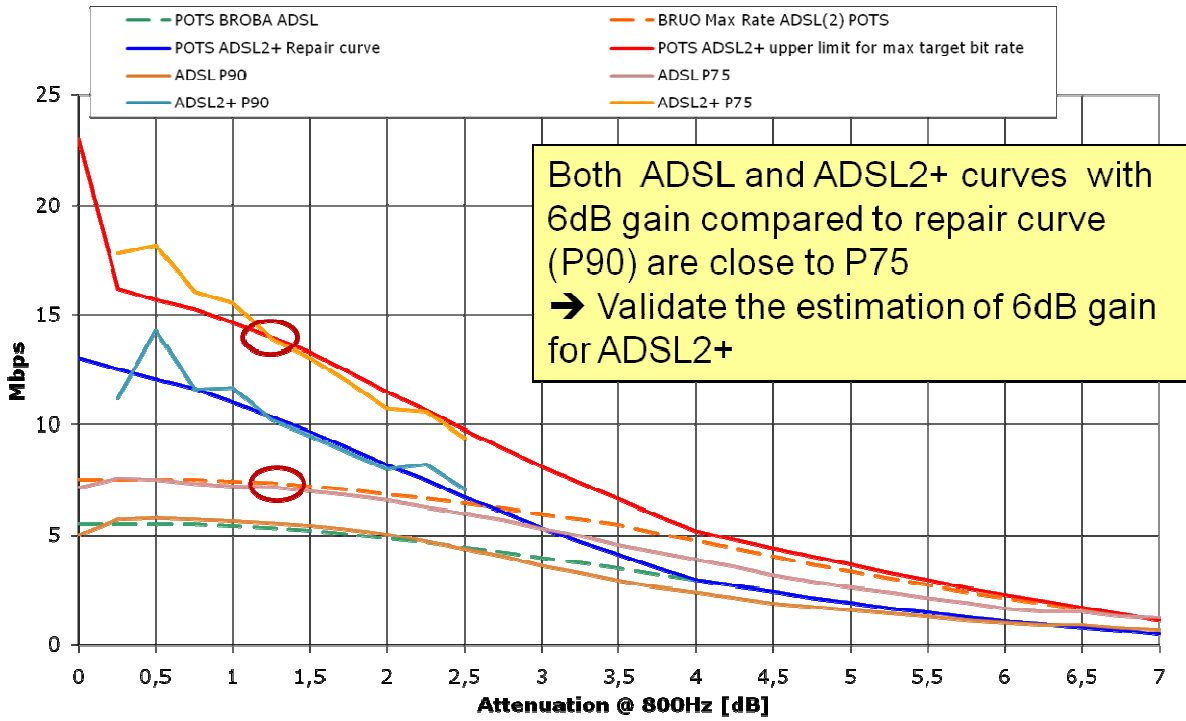
5.3 Verification with ADSL2+ statistics of 2009

The figure below compares the proposed ADSL2+ deployments curves with ADSL2+ field statistics.



The figure shows that the predicted P90 curve derived from ADSL1 P90 is indeed quite close to the field P90 curve.

When looking more in detail as in figure below, it can be seen that both upper limit for ADSL2+ corresponding to 6dB performance gain above P90 and its equivalent for ADSL1 match the field percentile 75.



6. Numeric Values

[In kbps]	POTS					
	Upper limit for min UP target bit rate for provisioning	Upper limit for min DWN target bit rate for provisioning	Upper limit for max UP target bit rate for repair	Upper limit for max DWN target bit rate for repair	Upper limit for max UP target bit rate for provisioning	Upper limit for max DWN target bit rate for provisioning
0	512	5.504	512	13.056	740	23.000
0,25	512	5.504	512	12.576	740	16.192
0,5	512	5.504	512	12.096	740	15.712
0,75	512	5.504	512	11.648	740	15.264
1	512	5.440	512	11.040	740	14.656
1,25	512	5.344	512	10.368	740	13.984
1,5	512	5.216	512	9.696	740	13.312
1,75	512	5.056	512	8.960	740	12.416
2	512	4.864	512	8.192	740	11.520
2,25	512	4.672	512	7.488	740	10.688
2,5	512	4.448	512	6.720	740	9.792
2,75	512	4.224	512	6.048	740	8.960
3	512	3.968	512	5.344	740	8.128
3,25	512	3.744	512	4.704	740	7.360
3,5	512	3.488	512	4.096	740	6.624
3,75	512	3.200	512	3.488	740	5.888
4	512	2.944	512	2.944	740	5.184
4,25	512	2.688	512	2.688	740	4.800
4,5	512	2.432	512	2.432	740	4.416
4,75	512	2.176	512	2.176	740	4.032
5	512	1.952	512	1.952	740	3.680
5,25	448	1.696	448	1.696	740	3.264
5,5	384	1.504	384	1.504	740	2.944
5,75	320	1.280	320	1.280	740	2.592
6	288	1.120	288	1.120	740	2.304
6,25	224	960	224	960	740	2.016
6,5	160	832	160	832	740	1.728

[In kbps]	ISDN					
	Upper limit for min UP target bit rate for provisioning	Upper limit for min DWN target bit rate for provisioning	Upper limit for max UP target bit rate for repair	Upper limit for max DWN target bit rate for repair	Upper limit for max UP target bit rate for provisioning	Upper limit for max DWN target bit rate for provisioning
0	512	5.504	512	13.056	740	23.000
0,25	512	5.312	512	12.384	740	15.962
0,5	512	5.152	512	11.744	740	15.290
0,75	512	5.056	512	11.200	740	14.726
1	512	4.928	512	10.528	740	14.042
1,25	512	4.800	512	9.824	740	13.331
1,5	512	4.672	512	9.152	740	12.659
1,75	512	4.480	512	8.384	740	11.725
2	512	4.288	512	7.616	740	10.829
2,25	512	4.032	512	6.848	740	9.920
2,5	512	3.744	512	6.016	740	8.947
2,75	512	3.456	512	5.280	740	8.038
3	512	3.136	512	4.512	740	7.130
3,25	480	2.784	480	3.744	740	6.208
3,5	448	2.432	448	3.040	740	5.357
3,75	416	2.080	416	2.368	740	4.544
4	384	1.760	384	1.760	740	3.763
4,25	384	1.440	384	1.440	740	3.302
4,5	352	1.152	352	1.152	740	2.880
4,75	288	928	288	928	740	2.534
5	256	736	256	736	740	2.221
5,25	224	576	224	576	740	1.920
5,5	192	448	192	448	740	1.677
5,75	160	352	160	352	740	1.478
6	64	128	64	128	740	1.114
6,25	-	-	-	-	740	864
6,5	-	-	-	-	740	730

-----End of the document-----