

Capturer et analyser le bruit impulsif

Paul Marr, responsable de produits, EXFO

Le bruit impulsif n'est pas une notion nouvelle s'agissant des installations extérieures (OSP) et des locaux du client. L'évolution réside plutôt dans le fait que les technologies DSL à grande vitesse les plus récentes (comme le VDSL2) fonctionnent typiquement avec des marges de rapport signal sur bruit (SNR) critiques, utilisent un champ du spectre de fréquences bien plus large et sont plus sensibles au bruit impulsif que les services vocaux ou ADSL traditionnels.

Les propriétés caractéristiques du bruit impulsif complexifient la tâche des fournisseurs de haut débit. En effet, il est intermittent par nature, plus difficile à détecter et à analyser que les interférences traditionnelles, et a tendance à défier les méthodes de dépannage habituelles. Dans un premier temps, il s'agit de le détecter, de le saisir et de l'analyser afin de déterminer la meilleure méthode à employer, l'objectif ultime consistant à limiter les effets négatifs qu'il produit.

SOURCES ET CARACTÉRISTIQUES DU BRUIT IMPULSIF

Les fournisseurs de haut débit sont confrontés à trois types de bruit impulsif, illustrés par les figures 1, 2 et 3 ci-dessous.

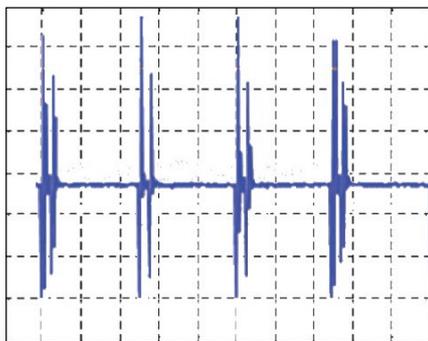


Figure 1. Bruit impulsif électrique répétitif (REIN)

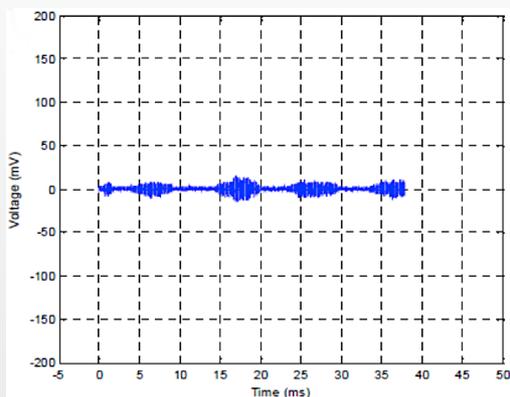


Figure 2. Bruit impulsif électrique court et élevé (SHINE : >10 ms non répétitif)

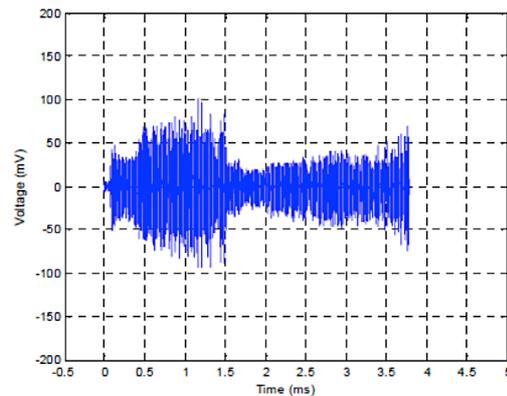


Figure 3. Bruit impulsif électrique prolongé (PEIN : 1-10 ms non répétitif)

Le bruit impulsif répétitif (REIN) a tendance à être provoqué par la production et la conversion de l'énergie électrique (blocs d'alimentation par exemple). Lorsqu'elles sont actives, les sources d'émission de bruit émettent souvent un signal permanent susceptible d'avoir un impact important sur les débits DSL, les marges de rapport signal sur bruit et les taux d'erreurs, et peuvent même conduire à une perte de synchro. Bien qu'intermittents, les événements de bruit impulsif courts et élevés (SHINE) présentent un risque d'impact majeur sur les circuits DSL, provoquant souvent leur panne et leur perte de synchro. Quant aux sources de bruit impulsif prolongé (PEIN), elles sont généralement moins puissantes que les SHINE, mais elles ont tendance à présenter des impulsions plus longues (de 2 à 10 ms) qui peuvent entraîner des pertes de données, un taux élevé d'erreurs ainsi qu'une déformation des signaux TV/vidéo.

Une quatrième catégorie de bruit doit également être distinguée : l'interférence électromagnétique (IEM). Celle-ci provient de sources sans lien avec les télécommunications, comme les transformateurs, les blocs d'alimentation et les moteurs électriques situés dans ou près des locaux.

SIGNAUX DSL À HAUTE VITESSE

Au début, les services vocaux traditionnels étaient surtout impactés par les bruits impulsifs répétitifs (REIN) et les événements de bruit impulsif courts et élevés (SHINE) provoqués par les réseaux de distribution d'électricité. Le déploiement de la technologie DSL a permis de minimiser ces effets, car cette technologie d'une part intègre des techniques de correction d'erreurs, et d'autre part fonctionne à des gammes de fréquences nettement plus élevées que les signaux émis par les réseaux de transport de l'électricité. Parfois, des câbles électriques déséquilibrés ou défectueux émettent des harmoniques dans les bandes de fréquence ADSL montantes ainsi que dans certaines bandes de fréquence descendantes. Heureusement, la technologie DSL est en mesure de limiter l'effet de ces harmoniques grâce à des mécanismes de protection intégrés tels que la correction d'erreurs Reed-Solomon, la correction d'erreurs sans voie de retour (FEC) et la protection contre le bruit impulsif (INP).

EXFO

Alors que la bataille du haut débit bat son plein, l'avenir de la technologie DSL semble s'écrire de plus en plus sur le terrain des taux de transfert de données ultra-élevés. Ces signaux DSL haute fréquence sont transmis par l'intermédiaire des installations extérieures (OSP) bien au-delà des dispositifs d'interface réseau (NID) ou du point de démarcation (à l'extérieur du raccordement ou à l'intérieur de la plaque murale) en direction d'environnements bruyants afin d'alimenter les passerelles, les routeurs et, au final, les terminaux numériques. De nombreux bruits émis dans les locaux, notamment les bruits impulsifs et les interférences électromagnétiques, opèrent dans les bandes haute fréquence, perturbant ainsi les signaux DSL. Ceux-ci avaient peu d'impact sur le service téléphonique traditionnel et les connexions Internet bas débit, car les modes de retransmission s'avéraient efficaces dans le domaine du téléchargement de fichier et de la conversation en ligne.

Aujourd'hui, le VDSL2 exploite des fréquences allant de quelques centaines de kHz à 30 MHz pour atteindre un taux de transfert de 100 Mbit/s sur une paire unique. Malheureusement, cette technologie est peu résistante aux interférences à cause de ses marges de performance critiques. Les interférences entraînent des pertes de données ou de paquets et ont des incidences sur les services sensibles tels que la vidéo (entraînant une dégradation de la qualité de service pour les clients).

SYSTÈME DE RÉDUCTION DU BRUIT IMPULSIF INTÉGRÉ AUX TECHNOLOGIES DSL (G.INP)

Les technologies DSL les plus récentes intègrent désormais un système de réduction du bruit impulsif, et plus particulièrement une protection contre le bruit impulsif conforme à la norme ITU, protection également désignée sous l'appellation G.INP (où G se rapporte à l'organisme de normalisation de l'ITU). D'autres spécifications industrielles existent depuis plusieurs années déjà, comme Broadcom PhyR™, mais G.INP est désormais pris en charge par la quasi-totalité des cartes de ligne CPE et DSLAM.

La protection contre le bruit impulsif est depuis toujours une arme majeure dans la bataille contre ces perturbations. Toutefois, l'INP ayant pour effet de réduire le taux de transfert, il est important de limiter son usage aux bruits les plus puissants (au niveau des circuits). Il est préférable d'avoir recours au nouveau G.INP, qui a un impact nettement plus faible sur les réseaux. En réalité, on pourrait recommander d'employer un faible niveau de G.INP pour tous les circuits DSL, et notamment pour les clients adeptes de Netflix™, de Hulu™ et plus généralement des vidéos en ligne. De façon générale, des niveaux plus élevés de G.INP ne devraient être utilisés que lorsque la stabilité du circuit le nécessite.

Il serait bon que les exploitants de réseaux ADSL2+ et VDSL2 présentent la protection G.INP à leurs fournisseurs de DSLAM et leur indiquent comment s'en servir, car cette technologie permet de stabiliser un circuit sans le modifier ni opérer une mise en forme.

POURQUOI LES MÉTHODES DE DÉPANNAGE HABITUELLES NE FONCTIONNENT PAS

D'après Sherlock Holmes, « lorsque vous avez éliminé l'impossible, ce qui reste, si improbable soit-il, est nécessairement la vérité ».

Tous les opérateurs devraient essayer de confirmer ou d'infirmer rapidement la culpabilité du bruit impulsif. Malheureusement, les appareils permettant de le détecter font rarement partie des outils de base du technicien ; par conséquent, ce dernier aura souvent tendance à perdre du temps en soupçonnant des problèmes plus courants : défaut sur une paire métallique, qualité du blindage ou diaphonie (XTALK). Une fois toutes les pistes écartées, le problème risque de devenir chronique et sans solution évidente en vue, même pour les experts.

Les opérateurs pourraient alors porter leur attention sur les sources de bruit discontinues. Néanmoins, il se retrouveraient là face à un énorme défi, notamment lorsqu'on sait que les équipements suivants sont connus pour empiéter sur le DSL et lui causer des interférences :

- › Tout appareil présentant une perte à la terre ou un défaut de mise à la terre
- › Le chauffage central, la climatisation, les thermoplongeurs et tout appareil présentant un thermostat défectueux
- › Les blocs d'alimentation pour PC, routeurs, téléviseurs, systèmes téléphoniques, moniteurs, etc.
- › L'électricité consommée par les machines de forte puissance ou par l'industrie et le commerce
- › Les guirlandes électriques destinées aux arbres de Noël
- › Les systèmes de sécurité
- › La télé par satellite, les décodeurs et les autres services de télévision numérique
- › Les lecteurs DVD
- › Les clôtures électriques

Ces différentes sources d'émission sont très difficiles à détecter et à isoler, car elles ne présentent pas les signaux télécoms classiques et ont généralement un caractère intermittent.

Le plus souvent, l'hypothèse du bruit impulsif est envisagée une fois écartées toutes les pistes plus courantes. Détecter et caractériser ou exclure la présence de bruit impulsif ou d'interférences électromagnétiques plus tôt dans le processus de dépannage permettrait donc certainement d'économiser beaucoup de temps et de s'éviter des difficultés inutiles.

DÉTECTION DU BRUIT IMPULSIF

Détecter les impulsions s'avère être une tâche complexe, car leur rapidité et leur fréquence sont souvent inférieures aux seuils de détection des mesureurs de bruit spectral à large bande généralement utilisés sur le terrain. Par ailleurs, les types d'impulsions qui perturbent la transmission à large bande sont au nombre de trois : répétitives (REIN), prolongées (PEIN) et courtes (SHINE). L'on aurait besoin d'un outil de test qui, à la manière d'un oscilloscope, détecterait les impulsions et les afficherait en tant que fonction de temps. L'appareil les rendrait visibles soit par un affichage continu, soit dans un mode de déclenchement par événement qui enregistrerait des événements

et des sous-impulsions isolés. Nombreux sont les événements se décomposant en plusieurs sous-impulsions ou séries d'impulsions (figure 4) qui pourraient être observées à l'aide d'un outil de test de type « scope ».

Pour capturer et analyser les bruits impulsifs, un outil de test nécessite :

- › Un déclencheur électronique extrêmement rapide
- › Un système de traitement des signaux extrêmement rapide afin de pouvoir observer les impulsions répétitives rapprochées
- › Un temps mort (temps dont a besoin le système avant de pouvoir mesurer l'impulsion suivante) aussi court que possible
- › Un affichage des composantes de fréquence (y a-t-il chevauchement du DSL et des autres bandes passantes ?)

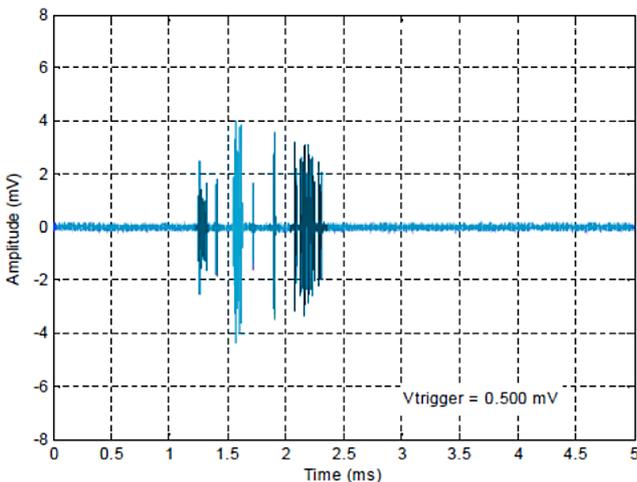


Figure 4. Événement de bruit consistant en plusieurs sous-impulsions

ANALYSE DES IMPULSIONS

L'objectif ultime de l'analyse des bruits impulsifs consiste à parer aux effets induits par l'émetteur ou la source. Pour prendre les mesures qui s'imposent, il est essentiel de bien connaître les caractéristiques suivantes :

- › Événement impulsif répétitif ou court
- › Durée de l'impulsion (temps s'écoulant entre le début de la première sous-impulsion et la fin de la dernière sous-impulsion)
- › Nombre total d'impulsions (comptage du nombre d'impulsions individuelles)
- › Temps s'écoulant entre deux impulsions
- › Tension / Niveau de crête
- › Niveau de bruit de fond
- › Facteur de crête ou amplitude de l'événement se rapportant au bruit de fond
- › Interruption de service (durée cumulée des différentes sous-impulsions sur une période donnée)
- › Répartition dans le spectre de fréquences (l'énergie chevauche-t-elle les signaux haut débit tels que le VDSL2 et l'ADSL2+ ?)

Les efforts de réduction du bruit qui devront être déployés différeront selon que le bruit impulsif est répétitif (REIN), prolongé (PEIN) ou court (SHINE).

Les sources répétitives ont tendance à provenir de la distribution électrique, qu'il s'agisse du secteur, des moteurs électriques ou des blocs d'alimentation, qui sont exploités par des sources fonctionnant le plus souvent sans interruption comme les appareils électroniques, les appareils d'exercice, les clôtures électriques, etc. Ces sources provoquent des perturbations importantes et continues ; de ce fait, elles nécessitent des mesures immédiates.

Les événements non répétitifs provoquent souvent des interruptions de fonctionnement, mais celles-ci sont temporaires. Connaître leur durée est essentiel, car une impulsion courte, rapide et unique, telle que celle émanant d'un moteur de perceuse (voir le graphique ci-dessous), est susceptible de provoquer des erreurs que G.INP sera incapable de corriger. D'un autre côté, une impulsion longue de plus de dix millisecondes est capable de mettre à bas un modem.

Le niveau des impulsions est également à prendre en considération, car certaines d'entre elles sont trop faibles pour avoir une réelle incidence sur la qualité de service. Il est recommandé de se concentrer sur celles qui dépassent fortement le bruit de fond et qui engendrent des pertes de données et de paquets ou des interruptions de service.

Time Domain Graph:

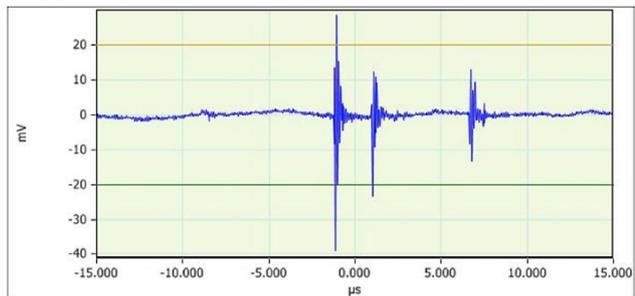
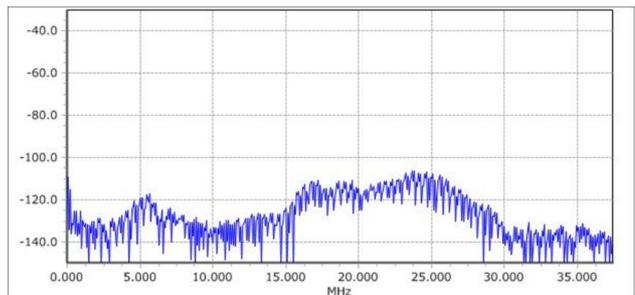


Figure 5. Exemple temporel du démarrage d'une perceuse

Frequency Domain Graph:



OPTIONS D'ATTÉNUATION

Le présent document n'a pas pour objectif de fournir des conseils d'experts au sujet de l'atténuation des impulsions. Néanmoins, une fois déterminées la nature et les sources des interférences électromagnétiques (et non du classique bruit impulsif répétitif), il est recommandé de mettre en œuvre les actions suivantes :

1. Examiner la mise à la terre de l'OSP (gaine).
2. Vérifier la mise à la terre au niveau du dispositif d'interface réseau ou du point de démarcation (doit être de moins de 25 ohms, et dans l'idéal identique à la mise à la terre du système électrique, tout écart à ce niveau-ci pouvant entraîner une circulation involontaire de courant dans les paires téléphoniques).
3. S'assurer que les mises à la terre des liaisons et de l'interface d'accès aux services sont propres et bien connectées.
4. S'assurer que le circuit présente un bon équilibre longitudinal à large bande.
5. Placer le modem ou la passerelle aussi près que possible du dispositif d'interface réseau ou du point de démarcation (meilleur niveau de signal).
6. Contourner le filage interne de la paire torsadée et brancher directement un câble réseau de catégorie 5 ou supérieure (qui sera moins sensible aux interférences) à l'équipement installé dans les locaux de l'abonné.
7. Isoler une seule paire du filage interne reliant l'équipement de l'abonné et débrancher les autres boucles, rallonges et connecteurs (en gardant à l'esprit le fait que le filage interne n'est pas blindé et qu'il n'a qu'une très faible résistance aux torsades et au bruit, auquel il est par conséquent plus sensible).
8. Éloigner le plus possible le modem ou la passerelle CPE des sources possibles d'émission d'impulsions (car leur puissance chute avec la distance).
9. Éteindre les sources d'émission lorsqu'elles ne sont pas utilisées.
10. Procéder au remplacement des sources d'émission.

CONCLUSION

En l'absence d'explication évidente, les interférences électromagnétiques et les bruits impulsifs inhabituels et difficiles à détecter peuvent être la source des problèmes récurrents constatés. Leur isolation nécessite d'avoir recours à une approche d'essai différente et d'employer des outils de test spécialisés. Après les avoir capturés, analysés et caractérisés aussi bien dans le domaine temporel qu'en termes de fréquence, vous serez en mesure de déterminer les techniques de réduction des perturbations qui s'imposent et ainsi de garantir la satisfaction de vos clients !