

Calcul du bilan de liaison radio

Developpé par: Sebastian Buettrich,
wire.less.dk

Traduction: Bruno ROGER
(ESMT)

Objectifs

- D'être capable d'identifier et d'évaluer tous les éléments de gain ou de perte de puissance
- De savoir prédire si un lien radio va fonctionner ou pas
- De pouvoir ajuster les équipements en fonction des besoins du projet
- D'utiliser des outils plus ou moins automatiques

Les éléments d'un bilan de puissance

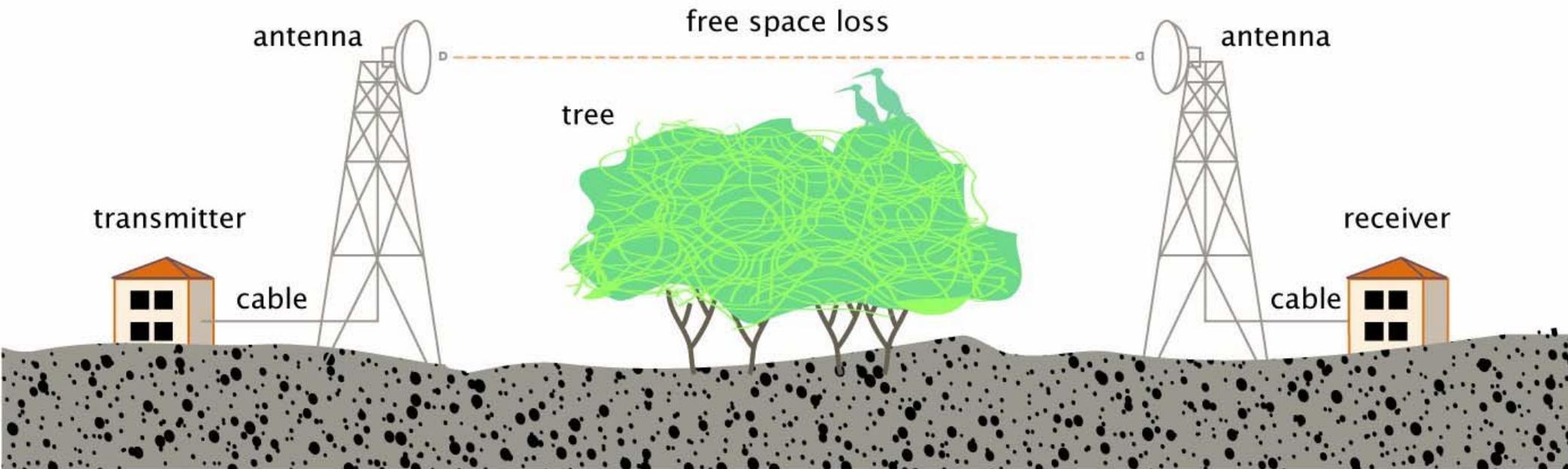
- **Bilan de liaison** – QUEZAKO ? Qu'est-ce que c'est ?

Il s'agit d'additionner tous les éléments de gain (augmentation) ou de perte (diminution) dans la puissance du signal radio entre chaque extrémité, du genre:

“Je gagne 10 ici, le perd 5 là, je gagne encore 2 ici et je perd 30 dans le cable final ...”

- Puis évaluer si ce qui reste entre le départ et l'arrivée est suffisant.

Elements d'un bilan radio



Emission

Air libre (FSL)

Réception

Elements d'un bilan de puissance

- **On calcule en dB (linéaire)**
- **PIRE (Puissance Isotropique Rayonnée effectivement):**
TX power [dBm] - (cable + connecteur) [dB] +
amplificateur [dB] + gain antenne [dBi]
- **Air libre:** Free space loss [dB]
- **Réception effective et sensibilité:**
gain antenne [dBi] + amplification [dB] – perte cable [dB]
– sensibilité du récepteur [dBm]

Les elements un par un

- Il n'y a pas de problèmes a ajouter des dBm, dBi, dB => tout est relatif
- Les valeurs ajoutées sont des gains
- Les valeurs soustraites sont des pertes
- Attention à la sensibilité (-85dBm)...
- Avoir une idée d'ordre de grandeur des différents éléments (pas de TX de 100dBm !)

Quelques conversions

- Metre = Pieds x 0.3048
- Km = Miles x 1.609344
- dBm = $30 + \text{Log } 10 \text{ (Watt)}$
- Watts = $10^{((\text{dBm} - 30)/10)}$
- MilliWatts = $10^{(\text{dBm}/10)}$

Transmit (TX) power

- La puissance à la sortie de la carte radio
- Dépend de la régulation: Wifi = 100mW maxi
- Certains fabricants n'atteignent pas le maxi (vérifier la puissance sur la notice !!)
- Peut varier avec la température, humidité, qualité des composants...
- Typiquement pour 802.11b: 15 ... 20 dBm
- (30 ...100 mW)

Perte dans le Cable

- Règle n°1: Le cable radio doit être le plus court possible (mettre la l'AP sur le toit !!)
- Linéaire en dB (2m = double perte), typiquement 0,1dB/m à 1dB/m
- Dépend de la fréquence (bande passante du cable)
- Vérifier les données du constructeur

Perte Cable : valeurs

• Cable Type	loss [dB/100m]	
• RG 58	ca. 80-100	“thin black”
• RG213	ca. 50	“big black”
• LMR-200	50	
• LMR-400	22	
• Aircom plus	22	
• LMR-600	14	
• 1/2” Flexline	12	
• 7/8” Flexline	6.6	

Connecteurs et parefoudre

- Chaque connecteur ajoute une perte de -0.25 dB dans le bilan : à limiter !
- Surveiller la qualité des connecteurs, attention à l'eau, le sable, la rouille...
- Un parefoudre perd environ 1dB (mais peut sauver des millions !)

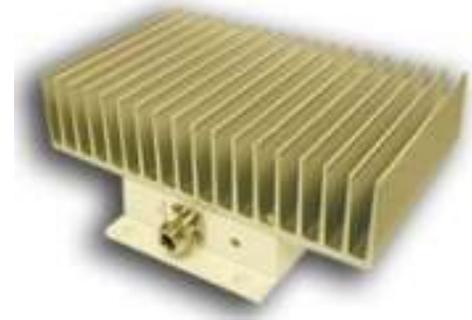
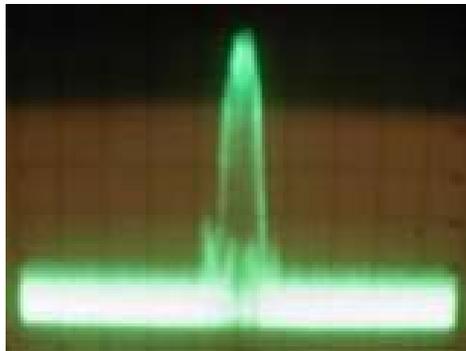
Amplificateurs

- Optionnel dans une liaison radio, en général utilisé dans des cas particuliers pour compenser les pertes de cables.
- Si possible, amplifier le signal le plus proche de la source (coté radio à l'émetteur ou coté antenne au récepteur)
- Les bons amplis coutent très cher (attention au bas de game qui peut s'avérer plus néfaste)
- Les ampli augmentent aussi le bruit radio
- Une bonne planification permet d'éviter d'utiliser un ampli
- Attention aux limites légales... !

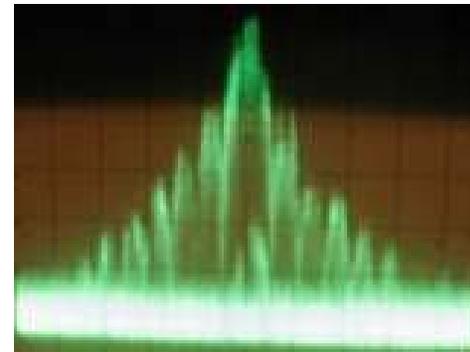
Amplificateurs



AVANT



APRES



Gain d'antenna

- Typiquement :
2 dBi (dipole simple omnidirectionnel)
5 dBi (omni outdoors)
jusqu'à
25-30 dBi (paraboles) => 30dBi = 1000x
- Attention à l'orientation et l'inclinaison...

Free Space Loss

- La perte de puissance dans l'espace libre est proportionnelle au carré de la distance et est aussi proportionnelle au carré de la fréquence radio en dB :

$$FSL [dB] = C + 20 * \text{Log}(D) + 20 * \text{Log}(F)$$

D distance et F fréquence [MHz].

- *La constante C est 36.6 si D est en miles et 32.5 si D est en kilomètres*
- *2.4GHz: 100 dB dans le premier Km, 6dB chaque doublement*

Free Space Loss

	915 Mhz	2.4 Ghz	5.8 Ghz
1 km	92	100	108
10 km	112	120	128
100 km	132	140	148

perte (dB)

FSL et zones de Fresnel

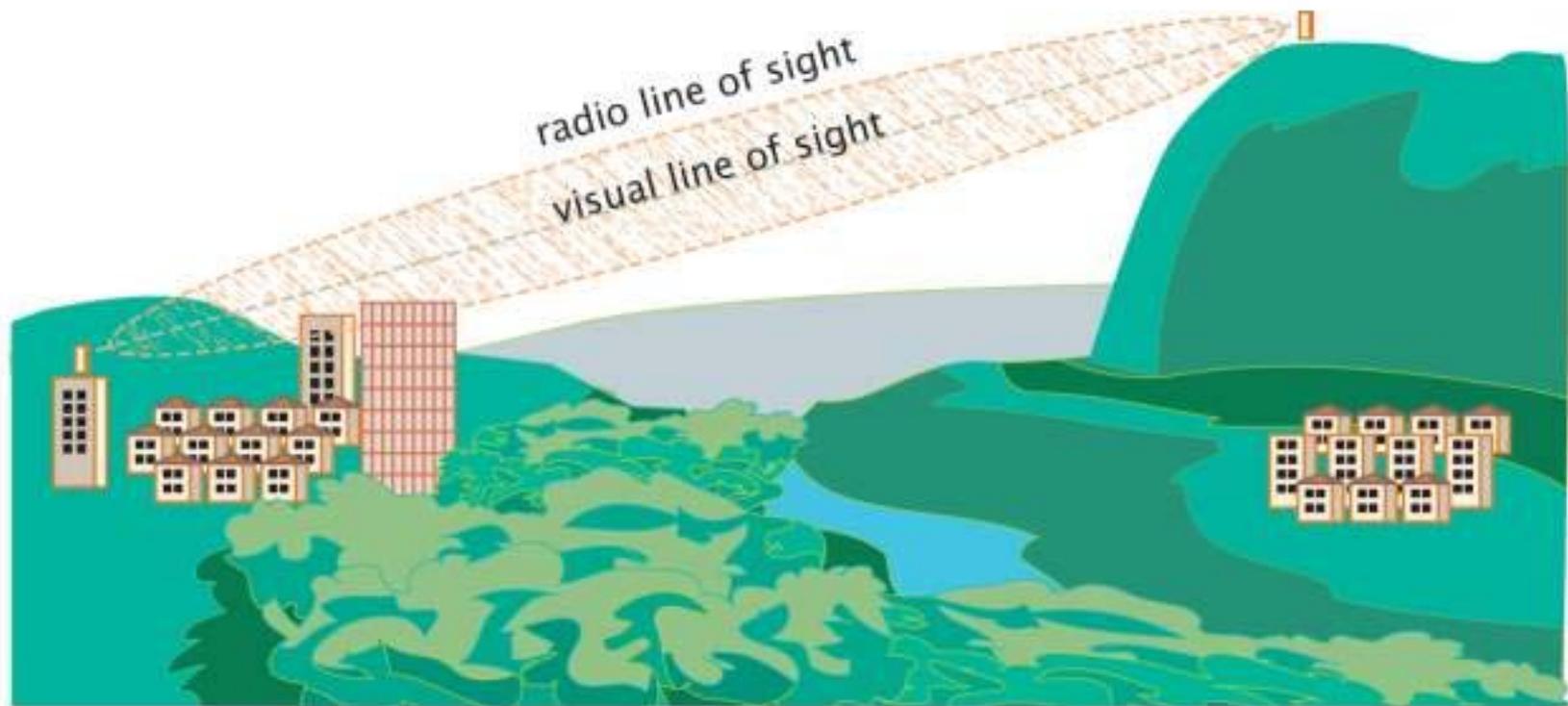
- $r = 17.33 \sqrt{d_1 \cdot d_2 / f \cdot d}$ rayon (m) de la première zone (60%)

d_1 , d_2 distances de l'obstacle à chacune des extrémités, d (Km) la distance entre l'émetteur et le récepteur, f la fréquence (GHz)

- Si $d_1 = d_2$ (=> obstacle au milieu)

$$r = 17.33 \sqrt{d / 4 \cdot f}$$

Zones de Fresnel

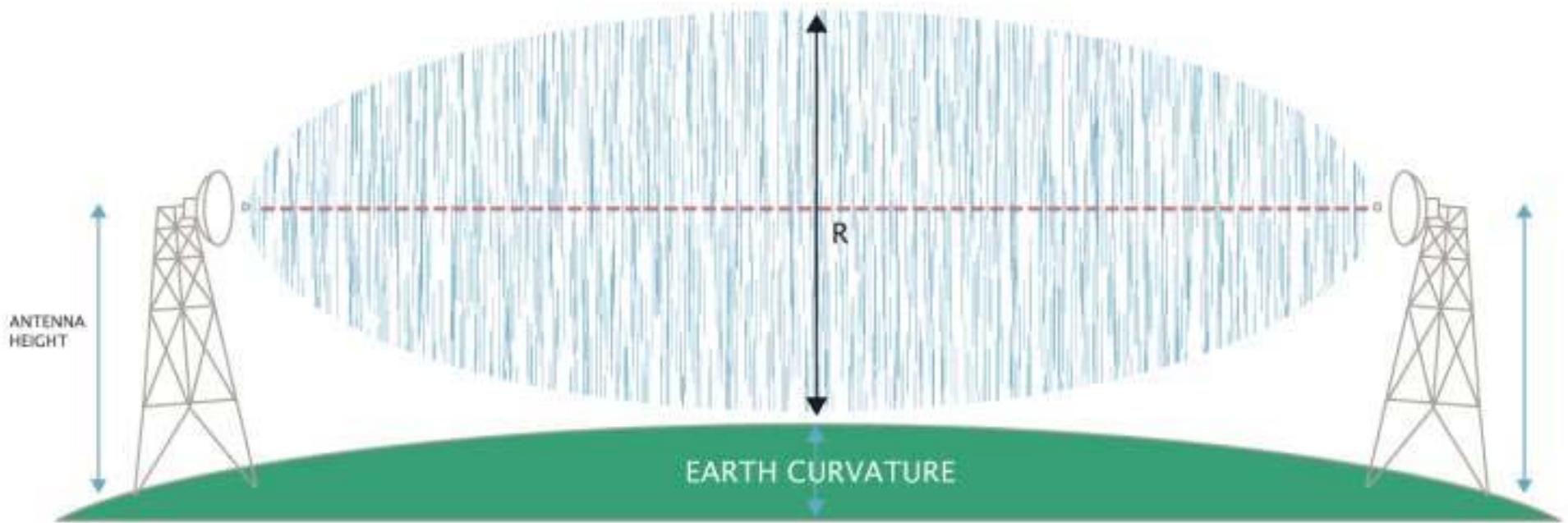


Zones de Fresnel

	915 Mhz	2.4 Ghz	5.8 Ghz	courbure TERRE
1 km	9	6	4	0.02
10 km	29	18	11	2
100 km	90	56	36	200

rayon de la première zone de Fresnel [en metres]

Cas de la courbure de la terre



Les obstacles

- En théorie: changement de médium = nouveau calcul de FSL
- En pratique:
 - 1 mur en brique/ciment/armé = -10dB
 - Un “petit” arbre feuillus = -5dB
- En cas de doute, faire un tests...
 - > netstumbler ou wavemon

Amplificateur

- Même chose, éviter si possible
- Toujours mieux près de la source
–>(coté antenne)

Sensibilité du récepteur

- IMPORTANT: la sensibilité est la puissance (en MW ou en dB) nécessaire pour que la carte radio puisse décoder le signal transmit
- Valeur typique: -85 dBm (négatif !!) qui correspond à 1/100.000.000 de mW => très faible puissance)
- Example: *Orinoco cards PCMCIA Silver/Gold*
11Mbps => -82 dBm ; 5.5Mbps => -87 dBm;
2Mbps=> -91 dBm; 1Mbps=> -94 dBm.
- Example: *Senao 802.11b card*
11 Mbps => -89dBm; 5.5 Mbps =>-91dBm
2 Mbps => -93dBm; 1 Mbps => -95dBm

Le bilan de liaison complet

- Lorsqu'on parle de signaux radio, il y a une grande différence entre la théorie et la pratique
 - > il faut une marge de sécurité
- Question:
Quelle valeur pour la marge ?

Certains disent 12 dB (sécurité, lien plus fiable, estimations douteuses) d'autres disent 8 dB (risque de coupure, ou précision certaine des composants)...

10dB représente un SNR de 10 pour 1
(13dB => 20x et 7dB => 5x)

Exemple 1 de bilan : outdoor

- Transmit output + 015 dBm
- Cable + Connectors - 003 dB
- Antenna TX + 024 dBi
- FSL (50 km / 31.1 miles at 2.4 Ghz) - 134 dB
- Antenna RX + 024 dBi
- Cable + Connectors - 003 dB
- Receive Sensitivity - 090 dBm (soustraire!)

• **TOTAL + 013 dB margin (OK !!)**

Exemple 2 = indoor

- Transmit output + 017 dBm
 - Cable + Connectors - 000 dB
 - Antenna TX + 005 dBi (patch antenna)
 - FSL (100 m avec 1 mur)
- 100 dB
 - Antenna RX + 002 dBi (intégré)
 - Cable + Connectors - 000 dB
 - Receive Sensitivity - 085 dBm (subtract!)
-
- **TOTAL + 9 dB margin (??)**

Calculateurs en ligne

- Il existe des outils pour simuler une liaison sans fil et faire un bilan de puissance radio.
- Mais...
- **Il faut être en ligne et de toute façon comprendre les valeurs et l'interprétation du résultat !**
- Il existe aussi des calculateurs sous Excel

Calculateurs en ligne

TERABEAM™ WIRELESS

Terabeam Wireless > Support > Calculations

: [Home](#) : [Customers](#) : [Solutions](#) : [Corporate](#) : [News](#) : [Support](#) : [Training](#) : [Partners](#) : [Contact Us](#)

Calculations

Search Site

Go

[Advanced Search](#)

Support Links

- [Email Tech Support](#)
- Calculations**
- [Downloads](#)
- [Documentation](#)
- [FAQs](#)
- [RMA Guidelines](#)
- [RMA Fax Form](#)
- [RMA Online](#)

Click on any of the links below for more detailed information:

- [System Operating Margin \(SOM\)](#) - Calculates the system operating margin which is the difference between the signal a radio is actually receiving versus what is needed for good data recovery.
- [Free Space Loss](#) - Calculates the free space loss which is the transmission loss between two antennas.
- [milliWatts vs. dBm](#) - Converts milliWatts to dBm and dBm to Watts.
- [Downtilt Coverage Radius](#) - Provides the downtilt coverage radius by taking half of the beamwidth in each direction of the downtilt angle from the height of the antenna.
- [Antenna Downtilt](#) - Calculates the distance or tilt angle by providing the base height, remote height and either tilt angle or distance.
- [Fresnel Clearance Zone](#) - Calculates the radius of the fresnel zone at its widest point as well as 20% blockage by providing the distance and frequency.
- [Latitude/Longitude Bearing](#) - By providing latitude and longitude of a base and remote site it will provide the degrees from each site and distance in miles.

Note: The final value represents a first order approximation and should only be used as a guide. No guarantees or warranties are implied accordingly. For a more

Calculateurs en ligne

The screenshot shows a web browser window titled "WLAN Link Planner" with the URL http://www.qsl.net/pa0hco/hals_wifilinkbudget/wlan_budgetcalc.html. The main content is a table titled "The Link Budget Calculation" with the following rows:

Category	Description	Unit
Transmitting	Transmitter output power (common WLAN: +15dBm)	dBm
	Cable loss (Normally -3 to -10 db, calculate here) Add connector loss (neg)	dB
	Antenna gain (0dB, 8 dB (biquad) (+15 db, (helix) +24 dB (parabolic)	dBi
Propagation	Free space loss (negative value! Calculate here)	dB
Receiving	Antenna gain (0dB, 8 dB (biquad) (+15 db, (helix) +24 dB (parabolic)	dBi
	Cable loss (Normally -3 to -10 db, calculate here) Add connector loss (neg)	dB
	Receiver sensitivity (depending on manufacturer between -78 to -85 dBm @ 11 Mbps)	dBm
Total	Remaining margin: <input type="button" value="Calculate"/>	dB
Comments		
Legal limit		

Remarks:
1) To achieve a very reliable link, a margin of at least 10 dB is needed. This accommodates for local fading (a variation of

Calculateurs en ligne

- <http://www.google.com/search?hl=en&lr=&q=wireless+link+calculator&btnG=Search>
- <http://www.terabeam.com/support/calculations/index.php> (ex-YDI.com)
- <http://www.qsl.net/n9zia/>
- http://www.qsl.net/pa0hoo/helix_wifi/linkbudgetcalc/wlan_budgetcalc.html
- <http://www.zytrax.com/tech/wireless/calc.htm>
- http://www.connect802.com/antenna_c_main.php
- <http://www.connect802.com/literature.htm>
- <http://my.athenet.net/~multiplx/cgi-bin/tilt.main.cgi>

Divers autres info

- Localisation géographique (pour les distances et directions)
 - confluences.org
- Simulation de topologie et de topographie
 - RadioMobile

Confluences

DCP: Tanzania : Kilimanjaro - Mozilla

File Edit View Go Bookmarks Tools Window Help

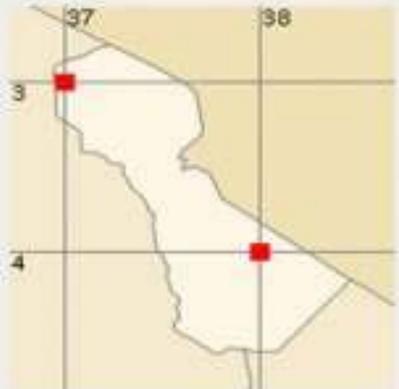
Back Forward Reload Stop <http://confluence.org/region.php?id=660>

 { [Main](#) | [Search](#) | [Countries](#) | [Information](#) | [Member Page](#) }

Tanzania : Kilimanjaro (visit information)

2 visited, 2 total.

There are no Plans for this Region.



Map Legend


4°S 38°E
10.0 km (6.2 miles) NNW of Katunene, Kilimanjaro, Tanzania


3°S 37°E
5.6 km (3.5 miles) N of Engare Nairobi, Kilimanjaro, Tanzania

Confluences

DCP: 7 degrees south, 39 degrees east (visit #2) - Mozilla
http://confluences.org/confluence.php?lat=-7&lon=39

(Main | Search | Countries | Information | Member Page | Random)

7°S 39°E (visit #2)

Tanzania : Pwani

5.9 km (3.7 miles) SSW of Kazimzumbwi, Pwani, Tanzania
Approx. altitude: 191 m (626 ft)
Map: [MapQuest Multimap world \(zoom\)](#)
Antipode: [7°N 141°W](#)

Accuracy: 8 m (26 ft)

Click on any of the images for the full-sized pictures.

[sceneries](#) in the villages we passed.

Having the GPS "on" and once in a while looking at the indications, the team member being in charge of the "intelligence" realised that we were only 30 km from another Confluence - 7°S 39°E. During ongoing discussions on weather, yes, or no, we decided somehow 'ad hoc', to pay a visit to the same. Looking at our map, we realised that the area is near a "shortcut" connecting the Selous Game Reserve, Kisarawe and Dar es Salaam, which we used several times before visiting the Selous.

But we could not find a track road leading us cross-country straight to that road. And we realised the best option would be to drive closer to Dar es Salaam, where the first road in western direction at Thamke lead us to Kisarawe and brought us closer again to 7°S 39°E. We managed to get as close as 1.2 km from the Confluence. Near to this distance we made out a small village where a group of youngsters sat around the central area. Having seen a small access road, we asked one of them if this track could be used by car. The communication turned out to be difficult, as our Swahili is limited and his English as well. We invited him to lead us the way. Frightened on closing the door of the car he left it open and tried to understand why we would like to look for a road behind the village.

Apart from the lack of communication possibilities, we realised after some few metres that the track we saw earlier was not made to be used by any type of car. We stationed the car somewhere in a shade, filled our bag with cold drinks, and took the camera and the GPS with us. As before, we only saw puzzled faces of [youngsters](#), but as soon as we started walking we were surrounded by the same group, highly interested in our intention to just walk in some direction we would be taking out of a device in our hand. They seemingly enjoyed the moments when two musungus (white foreigners) stood in front of some footpath crossing, deciding on which direction to take by looking on that electronic equipment, similar to a cell phone.

Visited by [Dorothea Strachatz](#) and [Thorsten Seitz](#)

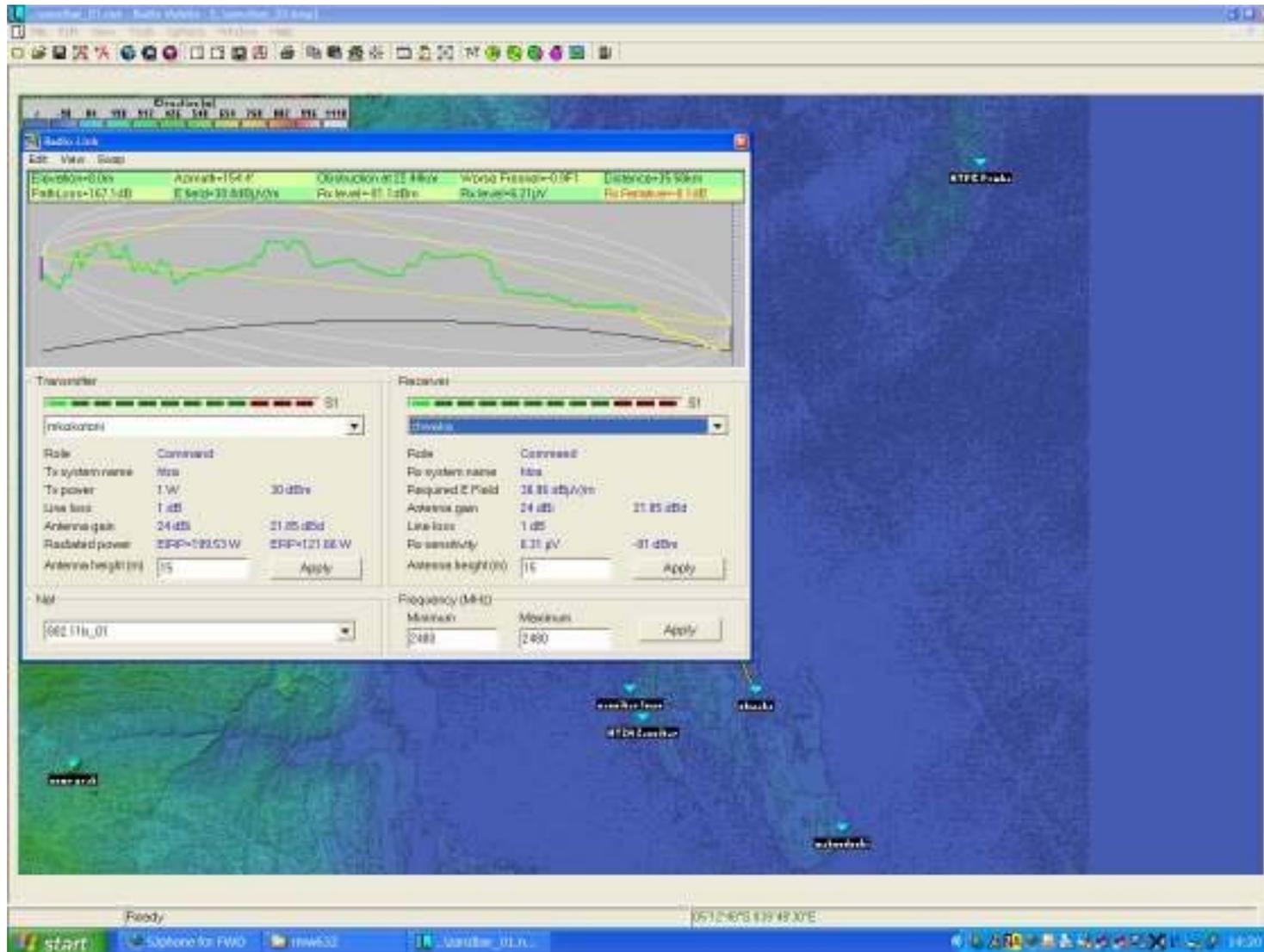
05-Feb-2005 - As we managed to successfully visit [05-39E](#) (near below) before noon, we had a cold Coke and a short rest before starting our way back to Dar es Salaam. Taking the road via Kéni and Mburanga, we enjoyed the landscape and

<http://confluences.org/photo.php?visitid=10059&pc=1>

Logiciel RadioMobile

- Environnement complet pour planifier un réseau radio (FM ou wifi)
- Logiciel Libre issu du monde radio-amateur disponible aussi en Français
- Pour Windows (ou Wine ;-)
- Utilise des bases de données topographiques : HGT, DTED, GLOBE, SRTM30, GTOPO, ...

RadioMobile Software

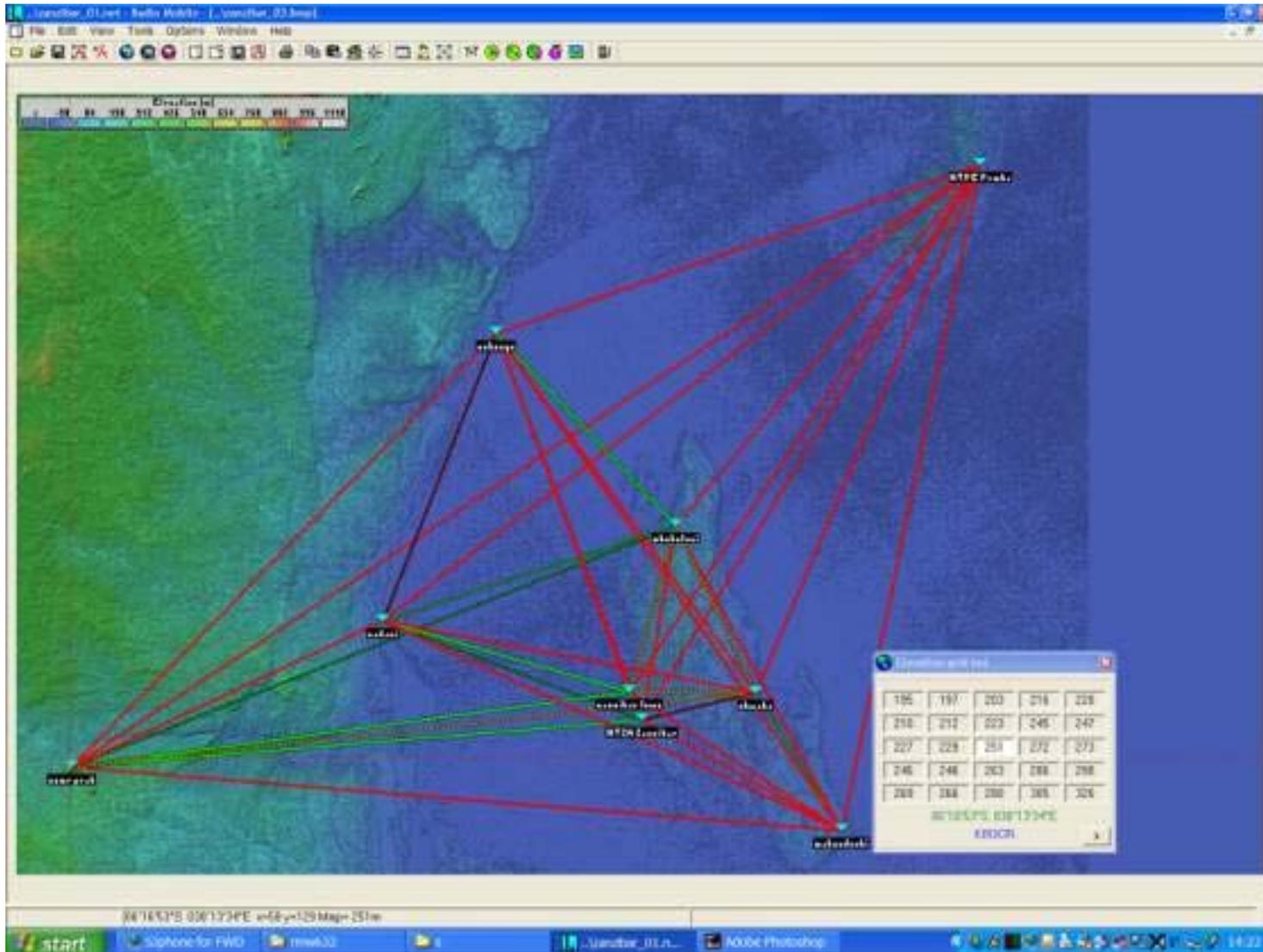


Created September 2005
Sebastian Büttrich

ItrainOnline MMTK
www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk

<number>

Logiciel RadioMobile

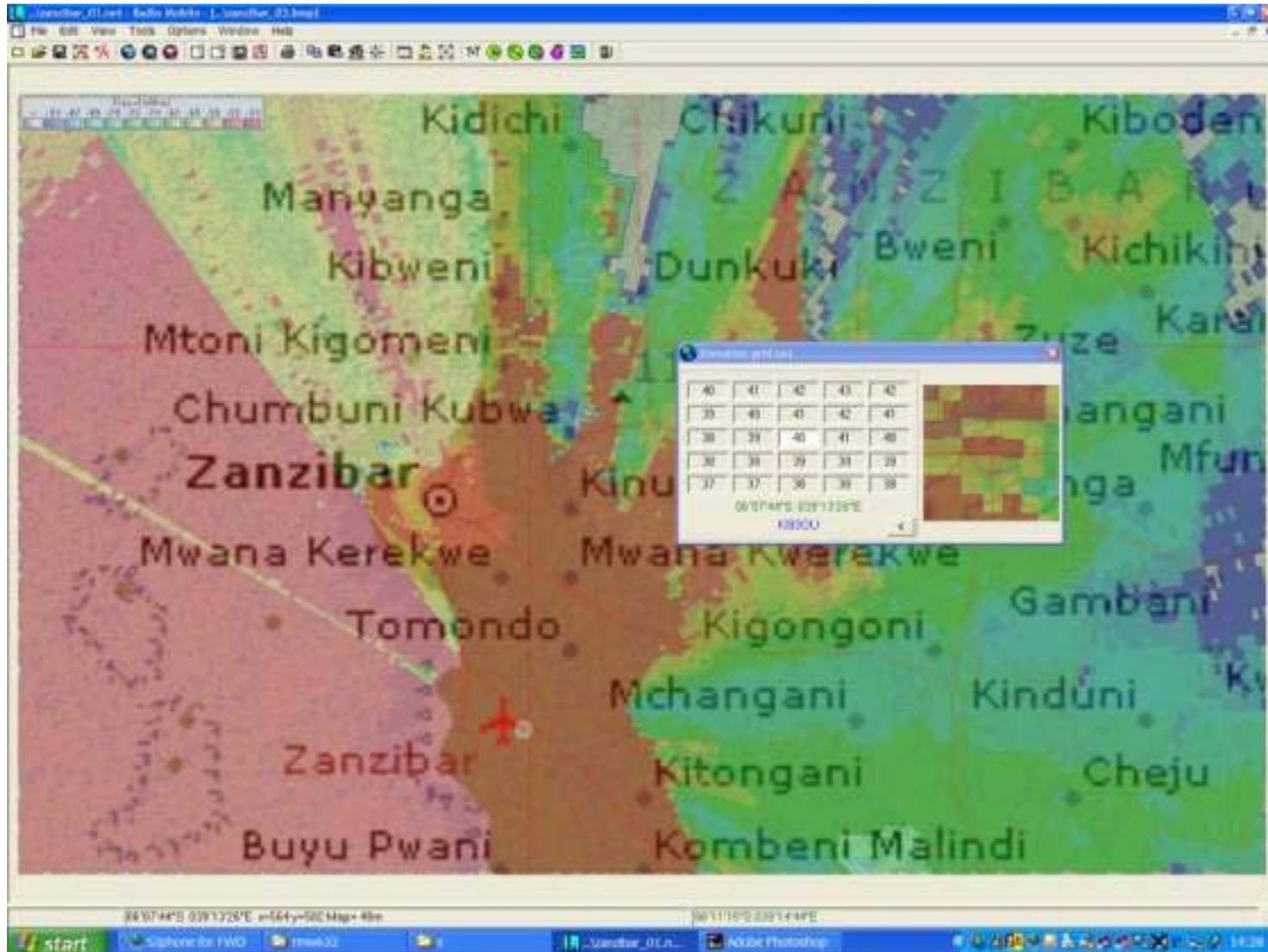


Created September 2005
Sebastian Büttrich

ItrainOnline MMTK
www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk

<number>

Logiciel RadioMobile

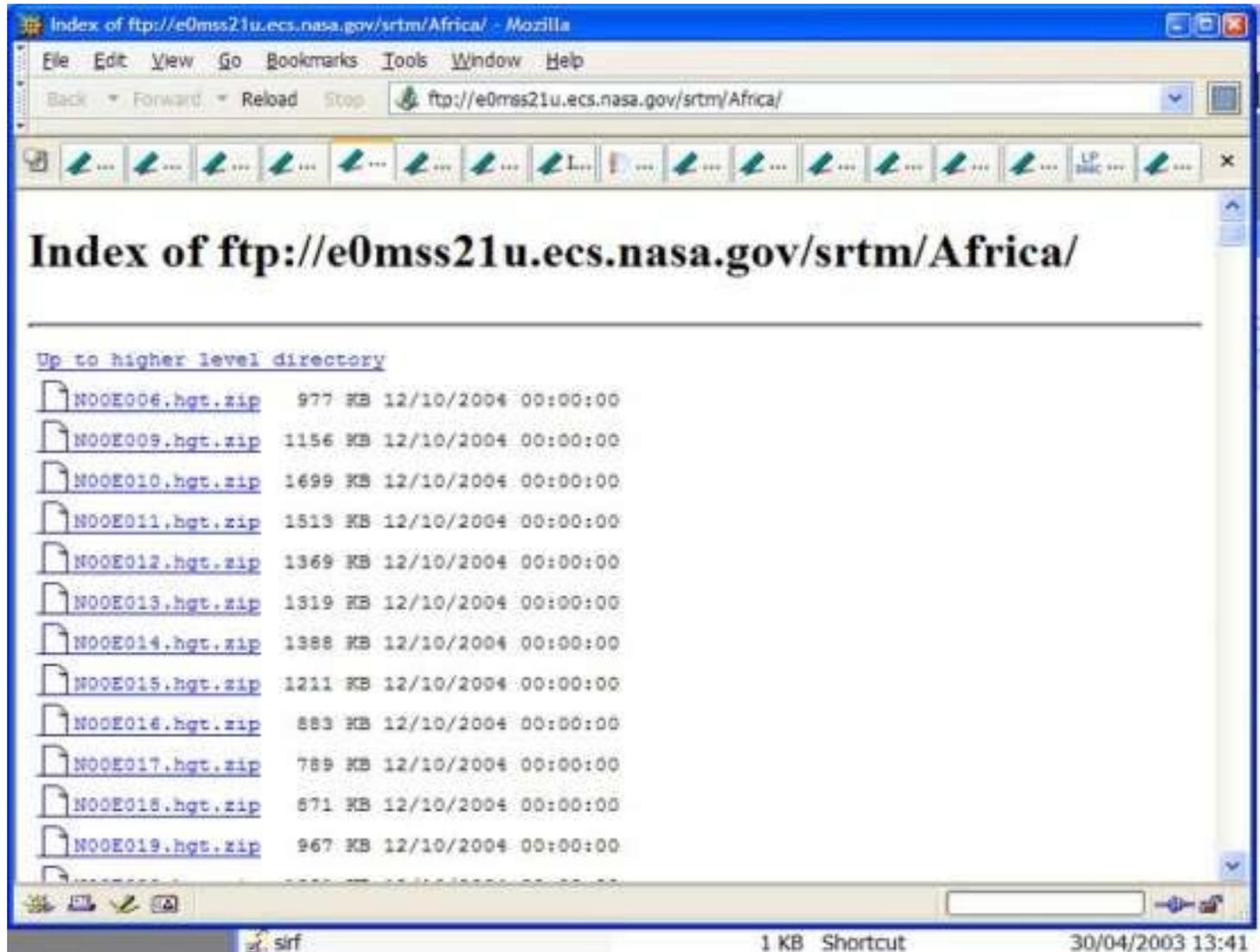


Created September 2005
Sebastian Büttrich

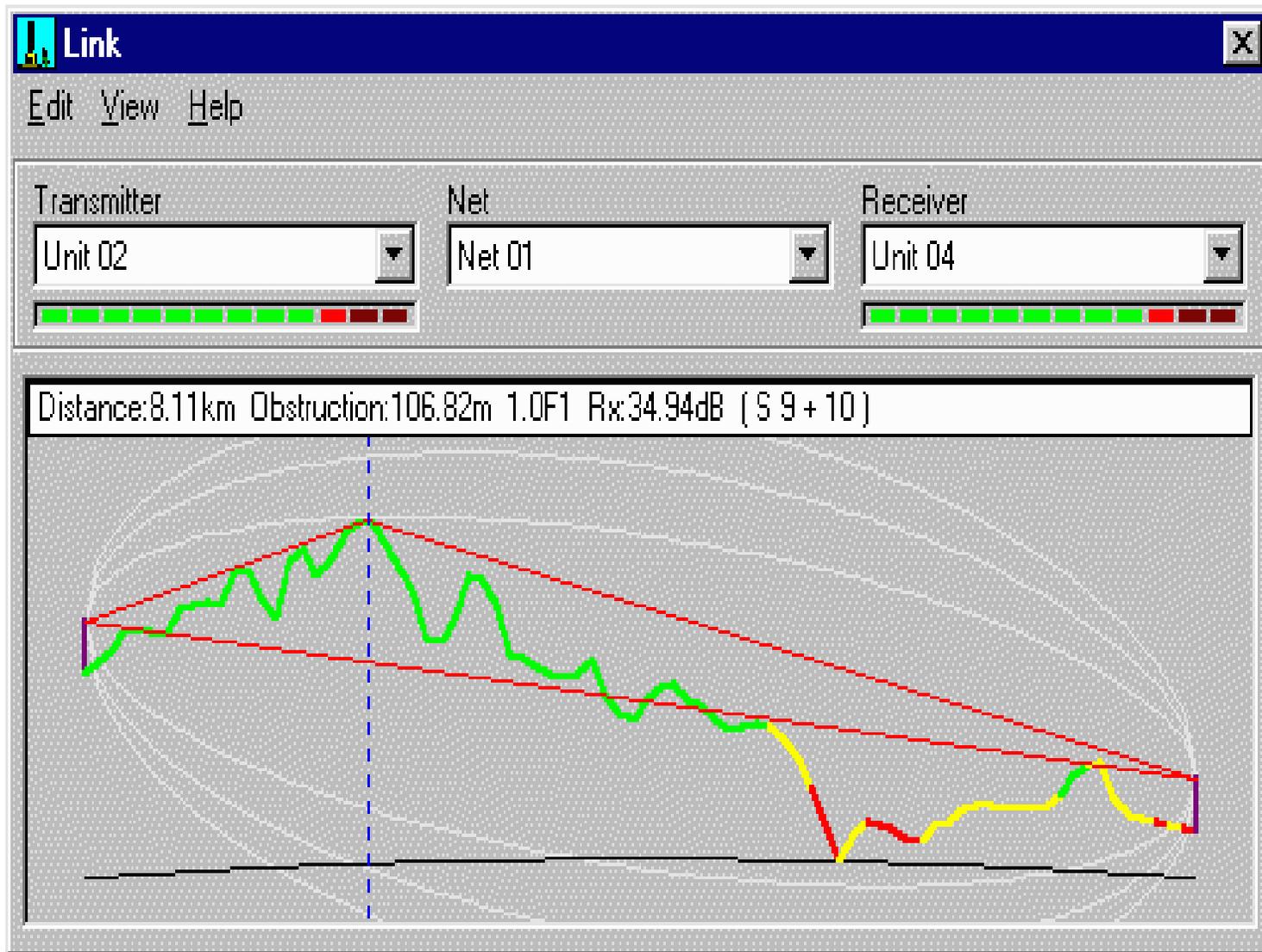
ItrainOnline MMTK
www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk

<number>

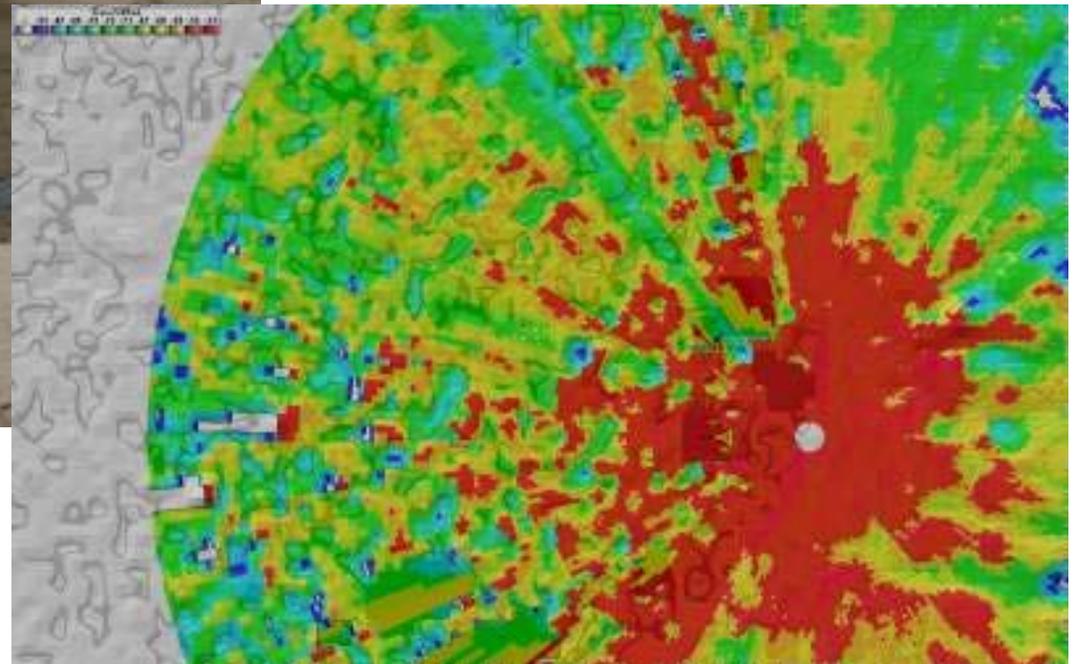
Logiciel RadioMobile



Logiciel RadioMobile



Logiciel RadioMobile



Created September 2005
Sebastian Büttrich

ItrainOnline MMTK
www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk

<number>

Conclusion

- Il est important de calculer un bilan de liaison à l'avance pour estimer la faisabilité d'un projet wifi
- Vérifier la vraisemblance des valeurs, ce n'est pas juste des chiffres !
- Il existe des outils plus ou moins complexes, en ligne ou local