

UNIVERSITÉ DE TLEMCCEN  
FACULTÉ DE TECHNOLOGIE  
DÉPARTEMENT DE TELECOMMUNICATIONS  
LABORATOIRE DE TELECOMMUNICATIONS DE TLEMCCEN  
LTT



Réseaux et Systèmes de  
Télécommunications

Pour l'obtention du diplôme:  
Master

# Développement d'un outil de calcul du bilan de liaison pour système de transmission par Faisceau Hertzien

Présenté par: BELLIL Moulay Idriss

Mr MERAD Lotfi  
Mr BOUSSAHLA Miloud  
Mr DERRAZ Foued  
Mr MERIAH Sidi Mohammed

MCA à l'Ecole Préparatoire ST de Tlemcen  
MCB à l'université de Tlemcen  
MCB à l'université de Tlemcen  
Professeur à l'université de Tlemcen

Président  
Examineur  
Examineur  
Encadrant

Introduction

Conclusion

Systemes de  
transmission RF

L'application  
linkb

Modèles de  
propagation RF

# Introduction

- Un système d'émission et de réception doit être réalisé après une conception.
- La théorie de l'électromagnétisme n'est plus suffisante.
- Une modélisation empirique et/ou aléatoire doit être utilisée.

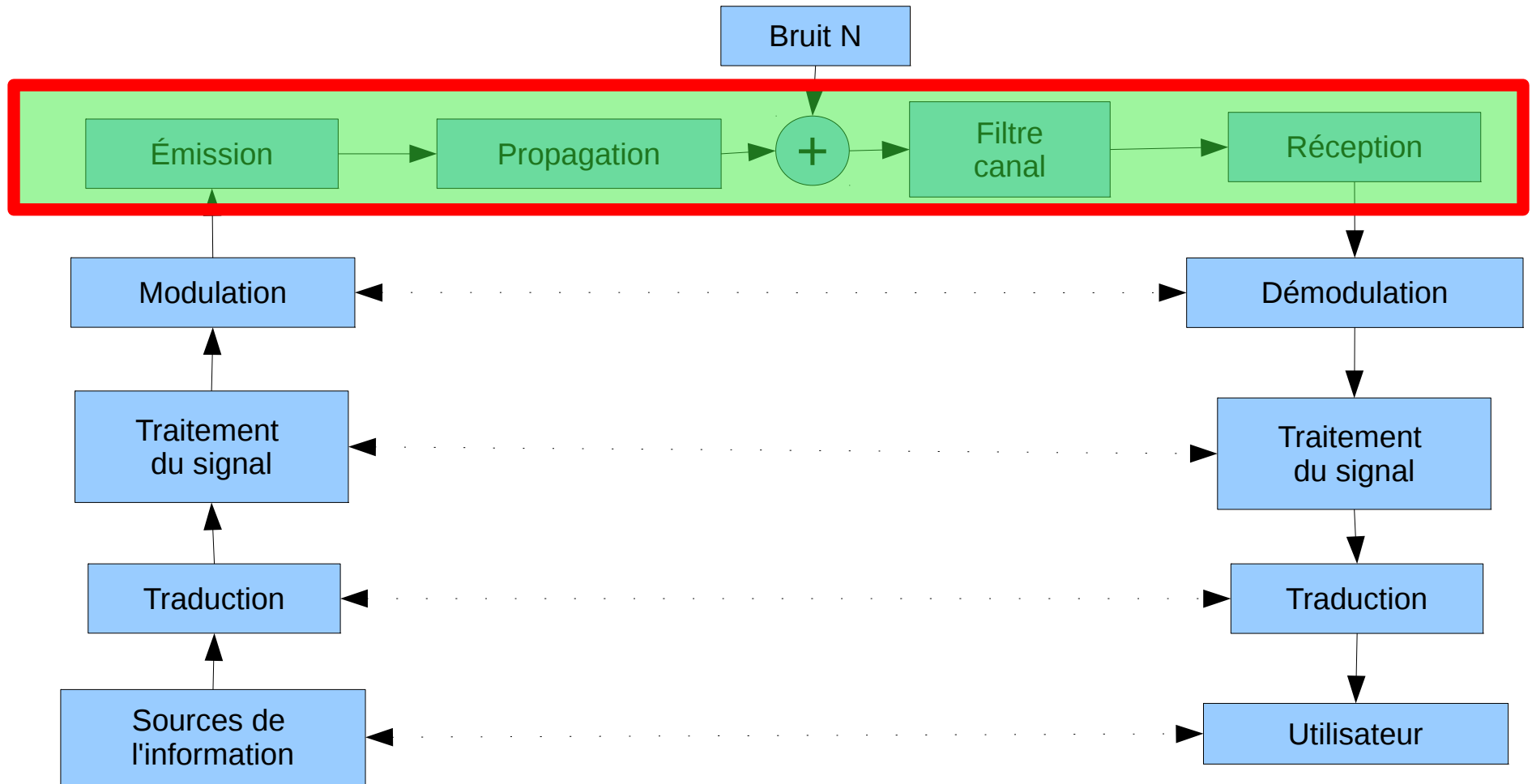
# Introduction

- Le développement a été orienté vers la création des modèles.
- L'ITU-R offre des centaines des modèles, qui diffèrent dans leur complexité.
- Les développeurs d'application peuvent donc créer des applications riches en contenu et dans l'apparence.

# Systemes de transmission RF

# Systèmes de transmission RF

## Systèmes de transmission FH



# Systemes de transmission RF

## Le domaine RF

Bande	Désignation	intervalle de fréquence
Extremely low frequency	ELF	<3 kHz
Very low frequency	VLF	3–30 kHz
Low frequency	LF	30–300 kHz
Medium frequency	MF	300 kHz–3 MHz
High frequency	HF	3–30 MHz
Very high frequency	VHF	30–300 MHz
Ultra-high frequency	UHF	300 MHz–3 GHz
Super-high frequency	SHF	3–30 GHz
Extra-high frequency	EHF	30–300 GHz

RF

Micro-onde

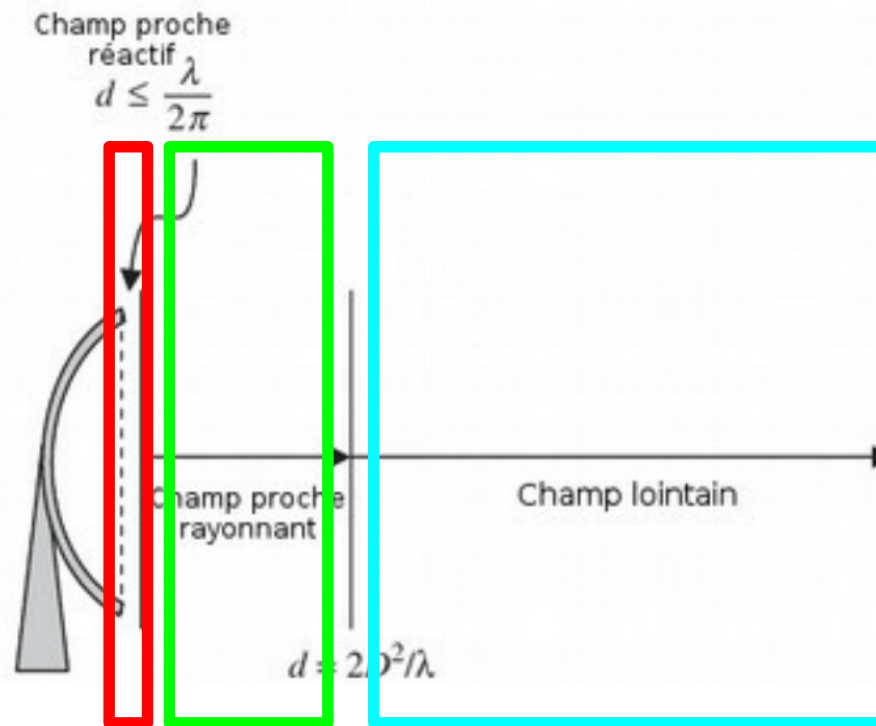
MMW

LOS

# Systemes de transmission RF

## Les antennes

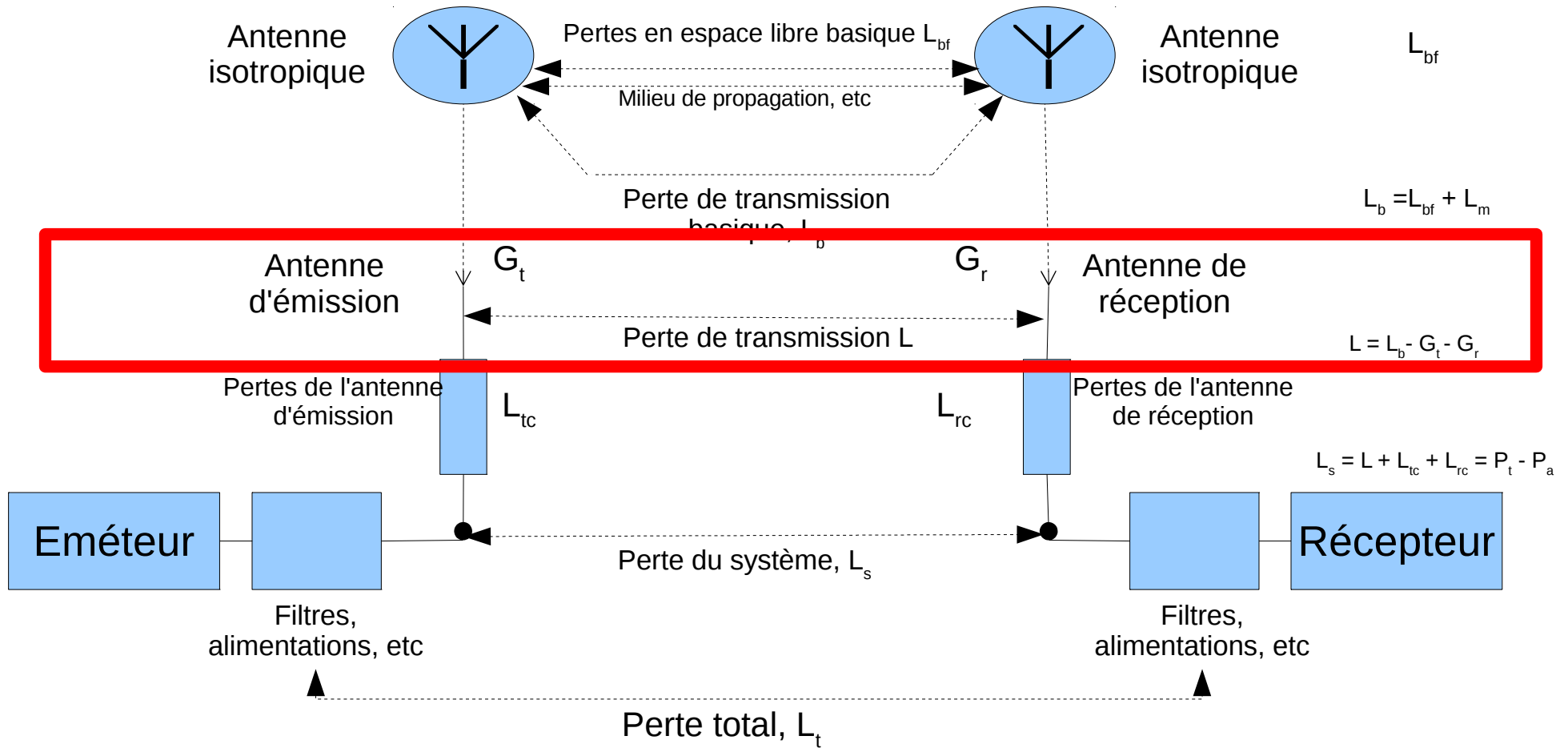
- Transforme l'onde guidée --> onde rayonnée.
- Caractérisée par plusieurs paramètres: S, D, G,  $A_e$ ,  $|\rho|$ .





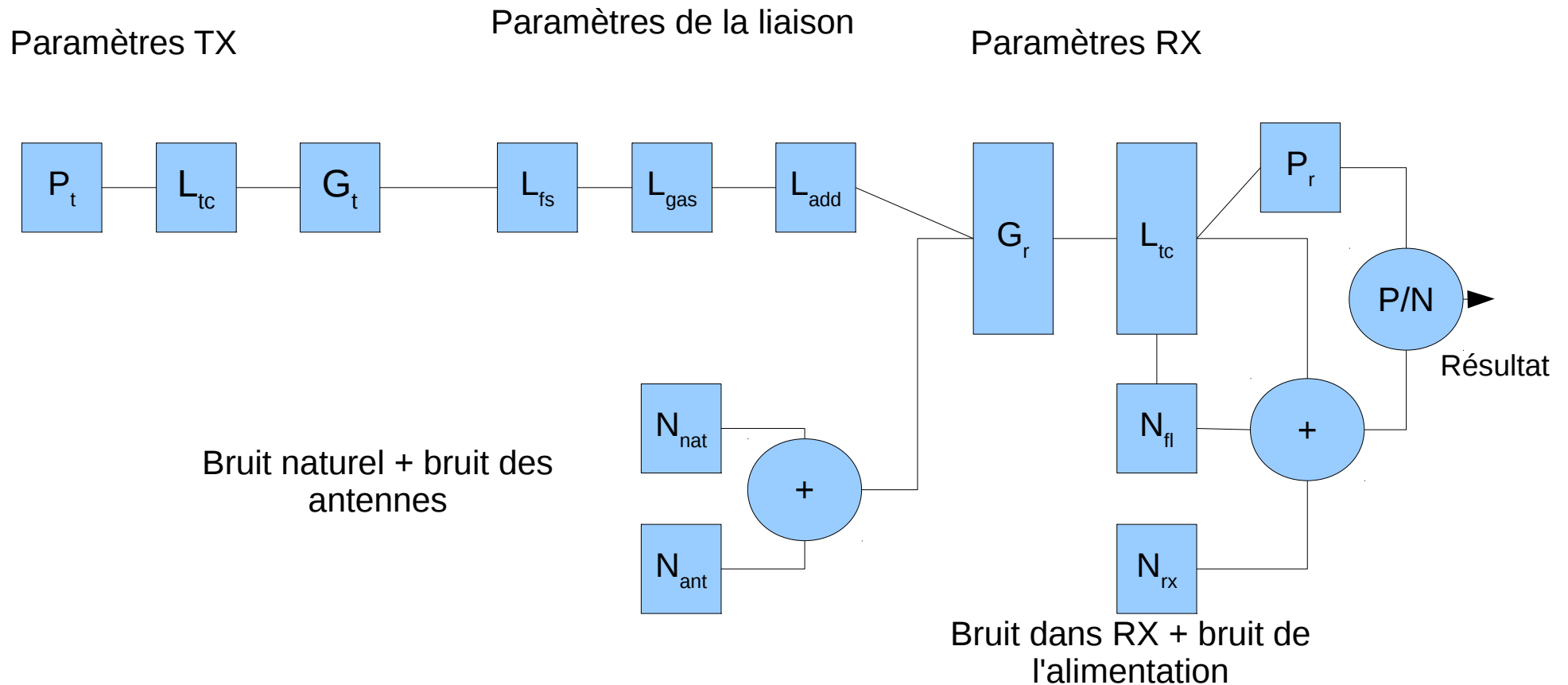
# Systemes de transmission RF

## Caractéristiques du bilan de liaison



# Systemes de transmission RF

## Caracteristiques du bilan de liaison



# Modèles de propagation RF

# Modèles de propagation RF

## Modélisation de l'atmosphère

- La température, la pression, la densité de vapeur d'eau et l'indice de réfraction sont exigés comme paramètres d'entrées pour certains modèles.
- La combinaison Rec. ITU-R P.835-5 avec Rec. ITU-R P.453-10 semble pouvoir résoudre le problème.
- La dernière combinaison nécessite comme paramètres d'entrées l'altitude et la latitude.

# Modèles de propagation RF

## Modélisation des milieux internes

- Le modèle de base a la forme suivante:

$$L_{total} = 20 \log_{10} f + N \log_{10} d + L_f(n) - 28$$

Où :

N coefficient de puissance de distance ;

f fréquence (MHz) ;

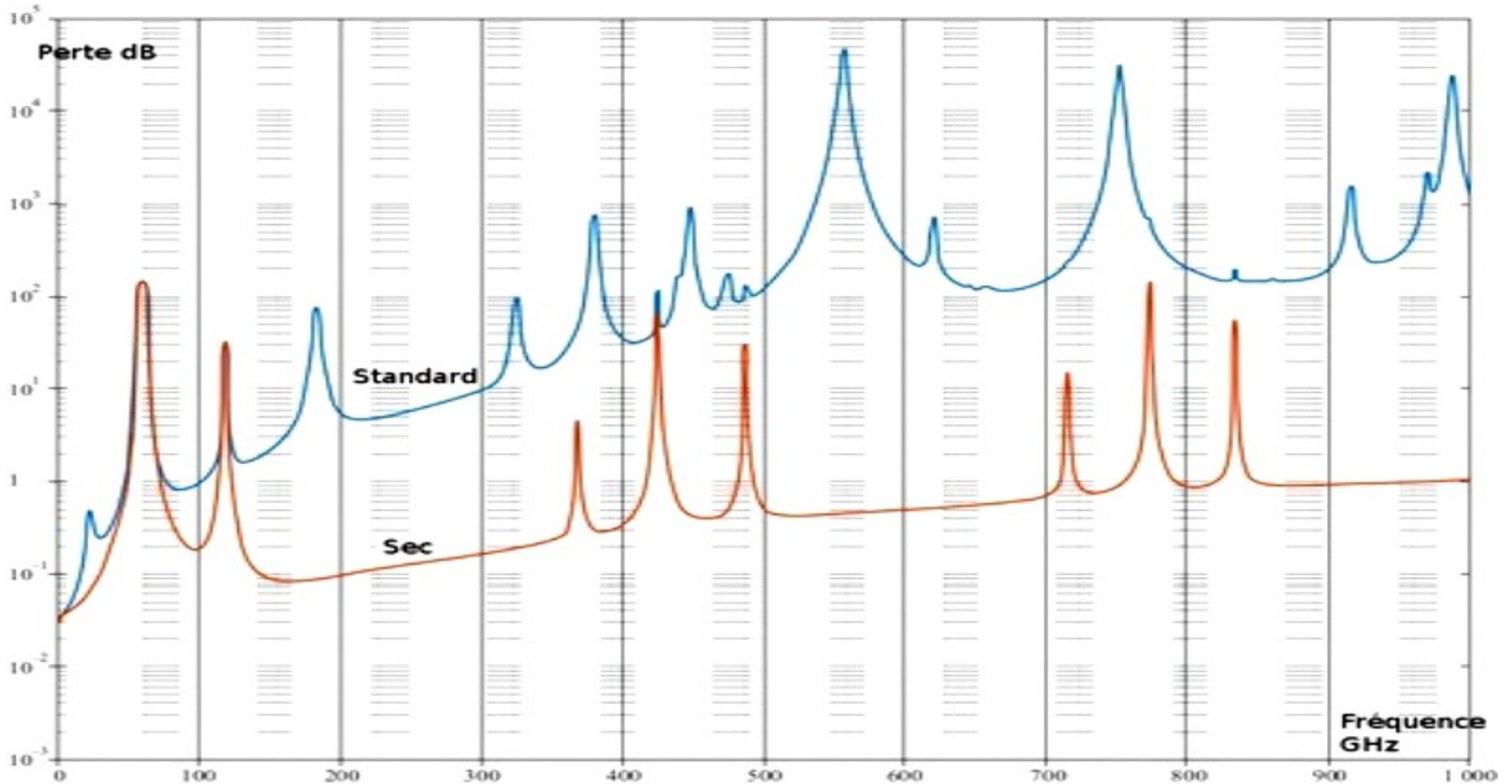
d distance de séparation (m) entre la station de base et le terminal portable avec  $d > 1$  m ;

$L_f$  facteur de perte de pénétration ;

n nombre de plafonds entre la station de base et le terminal portable  $n \geq 1$  .

# Modèles de propagation RF

## Atténuation due aux gaz



# Modèles de propagation RF

## Atténuation due aux gaz

- L'atténuation spécifique est donnée par:

$$\gamma = \gamma_o + \gamma_w = 0.1820 f \ddot{N}(f) \quad \text{dB/km}$$

- La distance traversée dans chaque sous-couche:

$$a_n = -r_n \cos \beta_n + \frac{1}{2} \sqrt{4r_n^2 \cos^2 \beta_n + 8r_n \delta_n + 4\delta_n^2}$$

- Les pertes dues aux gaz:

$$A_{gas} = \sum_{n=1}^K a_n \gamma_n$$

# Modèles de propagation RF

## Atténuation dans la végétation

- le modèle suivant décrit les pertes le long des chemins horizontaux et inclinés:

$$L(dB) = A f^B d^C (\theta + E)^G$$

Où :

f fréquence (MHz);

d distance à travers la végétation (m);

$\theta$  élévation (degrés);

A , B , C , E , G des paramètres expérimentaux.

- Exemple de forêt de pins en Autriche:

$$L(dB) = 0.25 f^{0.39} d^{0.25} E^{0.05}$$



# Modèles de propagation RF

## Modèle d'atténuation pour la pluie

- L'atténuation spécifique  $\gamma_R$  (dB/km) est obtenue du rapport de flux de pluie en utilisant une relation de loi en puissance.

$$\gamma_R = K R^\alpha$$

- Les valeurs de coefficients  $K$  et  $\alpha$  sont fct( $f$ ) pour:  
 $1 < f < 1000\text{GHz}$ .

# Modèles de propagation RF

## Atténuation due aux brouillards

- L'atténuation spécifique à l'intérieur des nuages ou brouillards peut être écrite comme:

$$\gamma_C = K_l M$$

Où :

$\gamma_C$  l'atténuation spécifique (dB/km) ;

$K_l$  coefficient de l'atténuation spécifique ((dB/km)/(g/m<sup>3</sup>)) ;

$M$  densité de l'eau liquide (g/m<sup>3</sup>).

- La densité de l'eau liquide est typiquement d'environ 0.05 g/m<sup>3</sup> pour une visibilité de l'ordre de 300m et 0.5 g/m<sup>3</sup> pour une visibilité de 50m.

# L'application linkb

# L'application linkb

## Le choix du langage et de la plate-forme

La décision sera prise sous les contraintes suivantes :

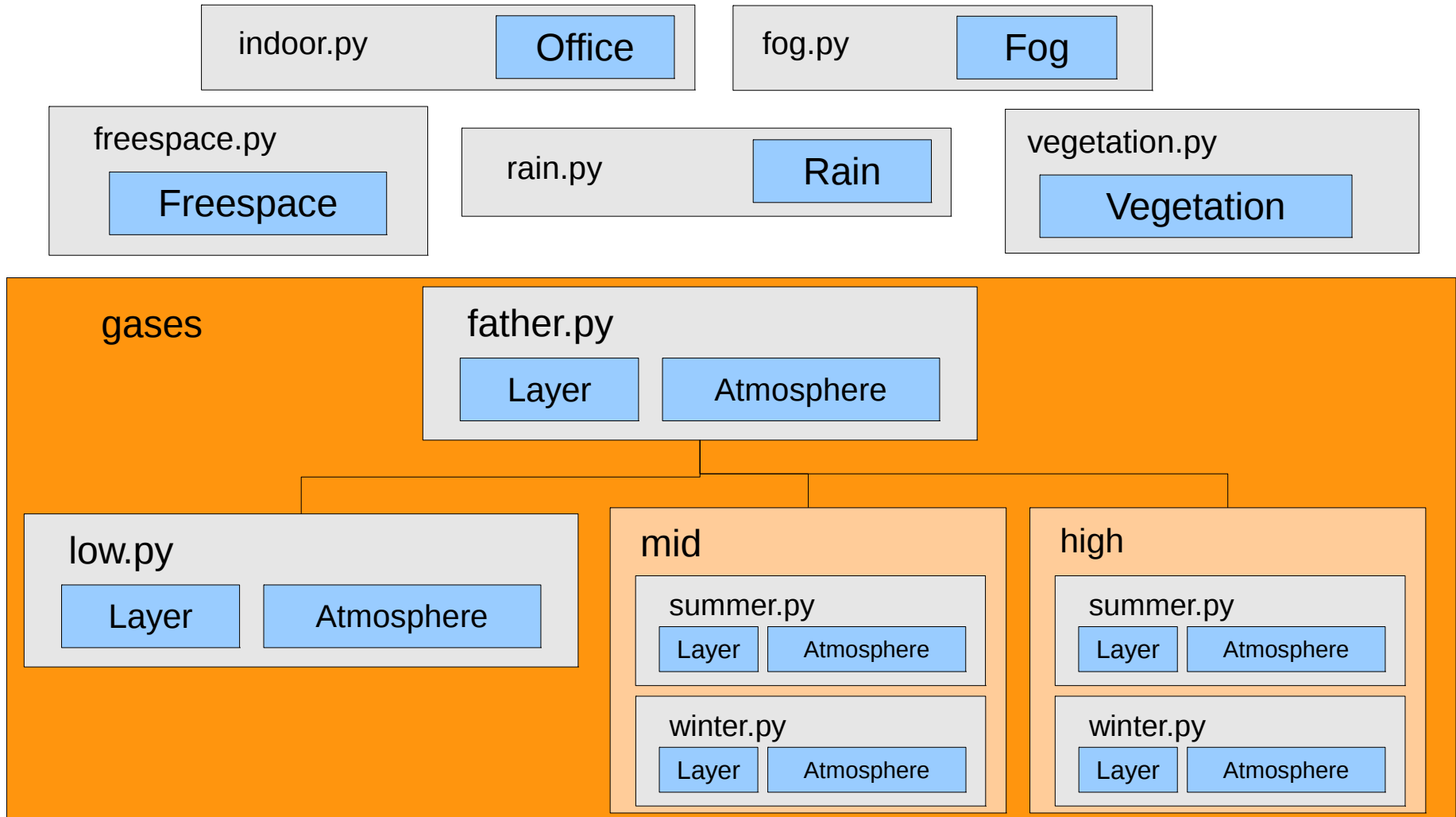
- Syntaxe + abstraction;
- Des outils libres;
- Cibler le maximum de plateformes.

Une combinaison semble idéale pour ce problème:



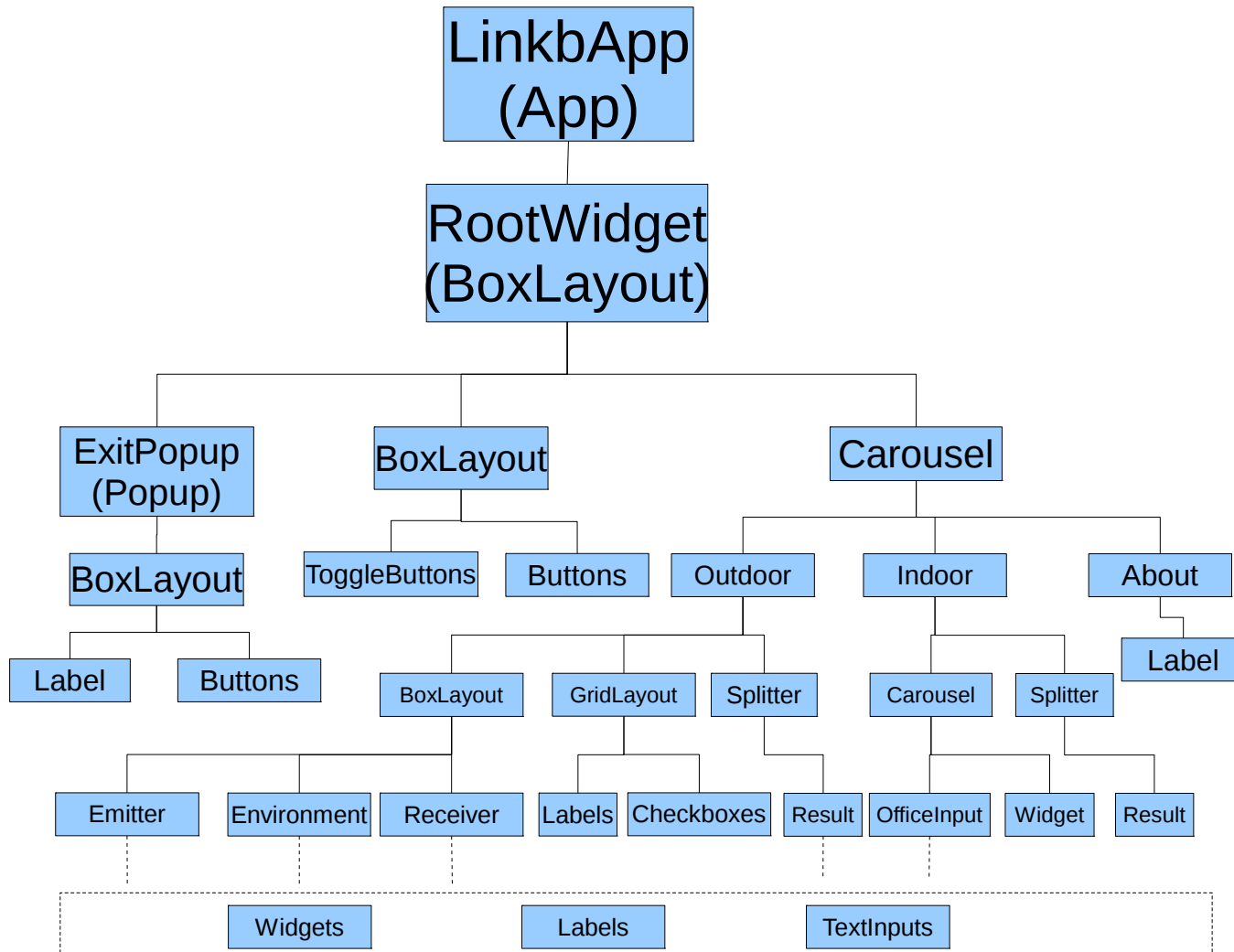
# L'application linkb

## Organisation des modèles



# L'application linkb

## Organisation de l'interface graphique



Linkb

Outdoor	Indoor	About	Exit	
Emitter		Environment		Receiver
h = 0.7 km	d = 0.34 km	h = 0.81 km		
G = 30 dB	Lt = 35 dB	G = 30 dB		
Phi = 20 deg	<input type="checkbox"/> fog M = g/m <sup>3</sup> d = km			
f = 40 GHz	<input type="checkbox"/> rain R = mm/h d = km			
Pe = 9 dBW	<input type="checkbox"/> veg d = m			
Mode:		Terrestrial <input type="radio"/>	Spatial <input type="radio"/>	

---

gases loss: summer: 0.06 winter: 0.03 dB  
 freespace loss: 115.17 dB  
 relative longitude: 0.0029 degree angle: 19.9981  
 total loss: summer: 115.23 winter: 115.20 dB  
 Pr: summer: -46.23 winter: -46.20 dB

Linkb

Outdoor	Indoor	About	Exit
Emitter	Environment		Receiver

$h = 0.7\text{km}$   
 $G = 30\text{dB}$   
 $\Phi = 20\text{deg}$   
 $f = 40\text{GHz}$   
 $P_e = 9\text{dBW}$

$d = 0.34\text{km}$   
 $L_t = 35\text{dB}$

$h = 0.81\text{km}$   
 $G = 30\text{dB}$

Mode:  Terrestrial  Spatial

```

-----
gases loss:  summer: 0.06  winter: 0.03  dB
freespace loss:  115.17 dB
relative longitude:  0.0029 degree  angle: 19.9981
total loss:  summer: 115.23  winter: 115.20  dB
Pr:  summer: -46.23  winter: -46.20  dB

```



Linkb

Outdoor Indoor About Exit

## Office

Pe =	3	dBW
f =	2400	MHz
d =	6	m
n =	2	floors

Results:

-----

Office loss: 76.95 fading: 9.43 dB  
Pr: -73.95 +/- 9.43 dB

Linkb

Outdoor Indoor About Exit

## Office

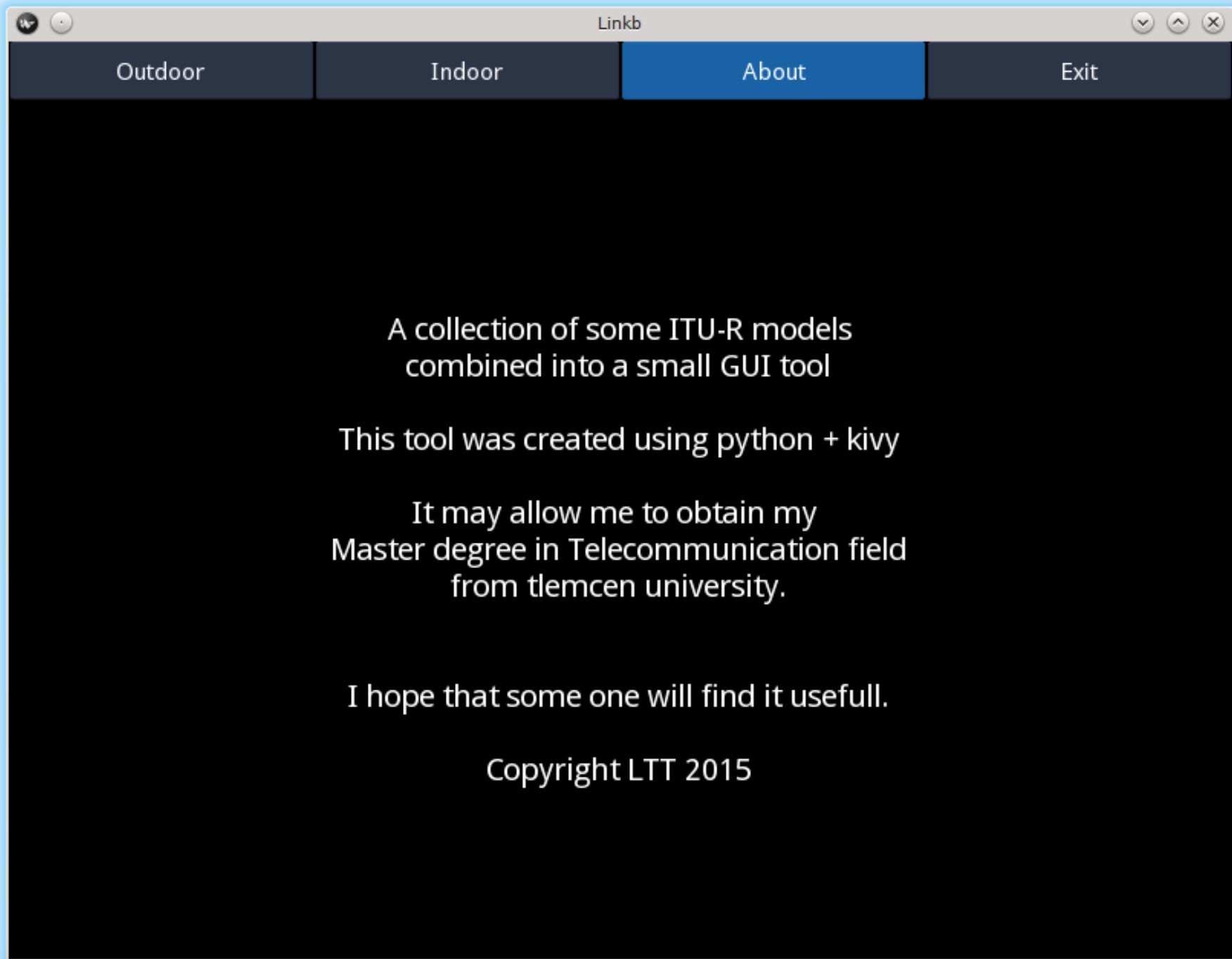


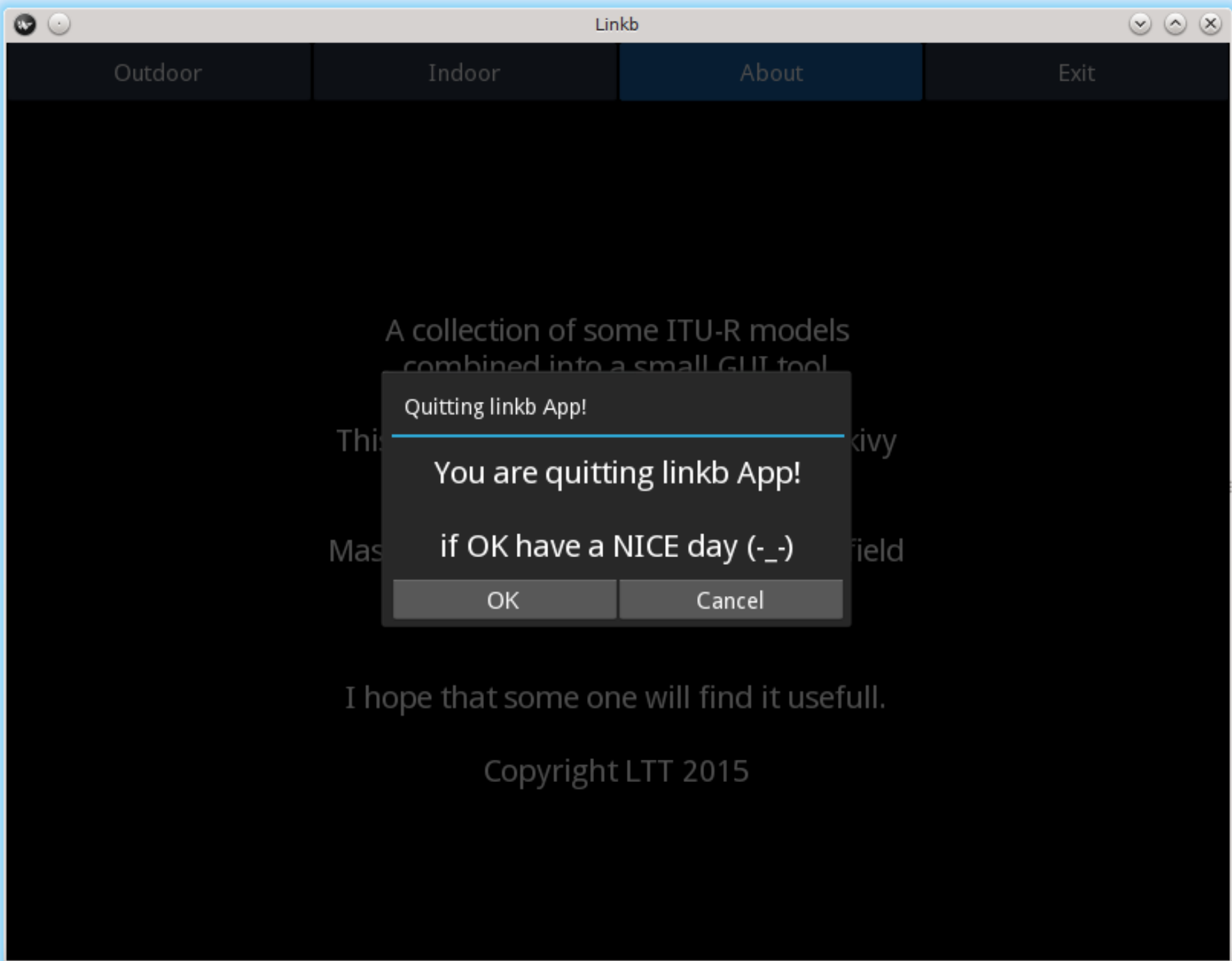
$P_e = 3\text{dBW}$   
 $f = 2400\text{MHz}$   
 $d = 6\text{m}$   
 $n = 2\text{floors}$

Results:

-----

Office loss: 76.95    fading: 9.43    dB  
Pr: -73.95    +/- 9.43    dB





# Conclusion générale

- Un exemple des outils software de calcul basés sur les modèles proposés a été réalisé sous forme des modules Java et Python avec une interface graphique basée sur Kivy.
- La précision a été améliorée en introduisant des modèles empiriques et/ou aléatoires.
- L'atténuation due à la précipitation et les particules solides dans l'atmosphère a été prise en considération.

# Conclusion générale

- Un futur développement peut inclure une amélioration des modèles utilisés, il peut y avoir un traitement des évanouissements rapides pour les milieux outdoor.
- L'interface graphique peut être largement améliorée et portée à d'autres plate-formes qui ne sont pas actuellement supportées.

Merci pour  
votre attention