

Notions de Routage IP

cours@urec.cnrs.fr

www.Mcours.com

Site N°1 des Cours et Exercices Email: contact@mcours.com

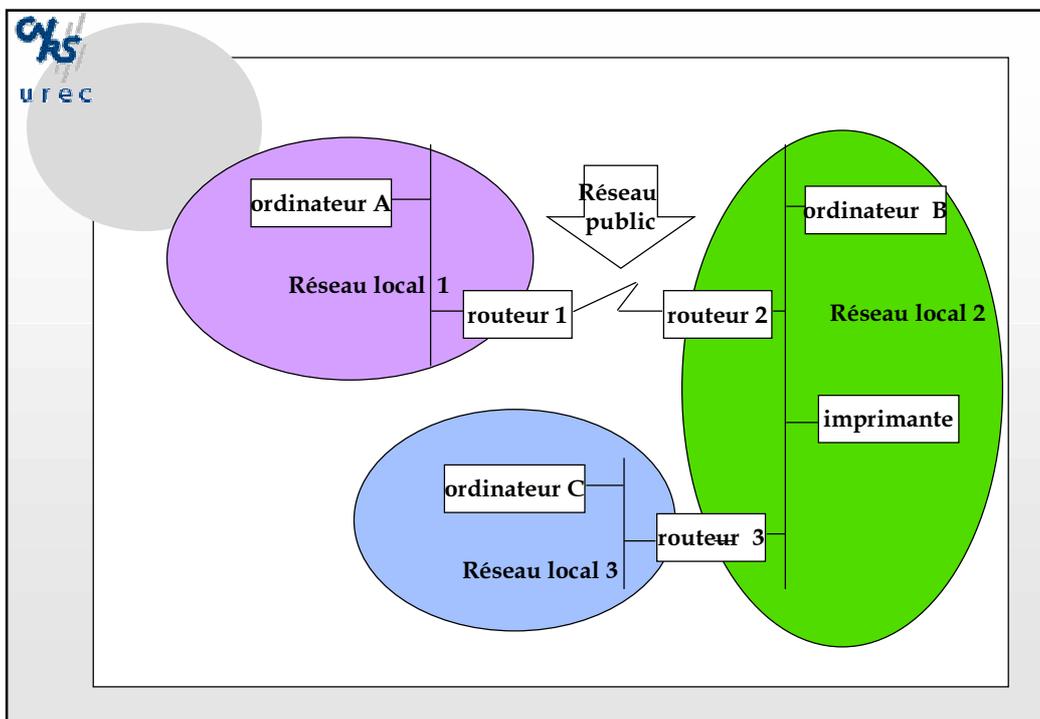
Routage IP

- 1993: création jean Luc Archimbaud
- Modifications
 - 1995 Bernard Tuy
 - 1996 Bernard Tuy
 - 1997 Bernard Tuy
 - 1998 Bernard Tuy

urec

Plan

- Problématiques
- principes
- Routage dans un réseau local: routage statique
- Routage dans le réseau de site
 - routage statique
 - routage dynamique
- Routage vers l'extérieur



A (@iP1, Réseau 1)
R1 (@iP10, Réseau 1)

C (@iP1, Réseau 3)
R3 (@iP10, Réseau 3)

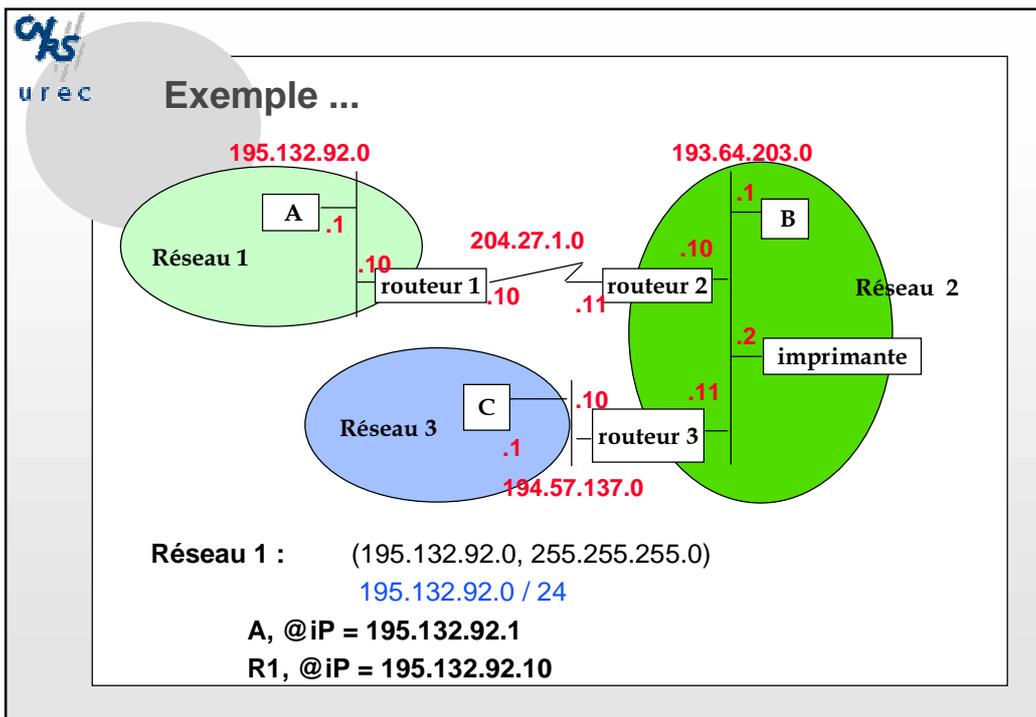
R1 (@iP10, Réseau 4)
R2 (@iP11, Réseau 4)

B (@IP1, Réseau 2)
R2 (@IP10, Réseau 2)
I (@IP2, Réseau 2)
R3 (@iP11, Réseau 2)

- Un routeur (de frontière) ne connaît que les adresses réseaux
- On déduit l'adresse du réseau à partir du couple : (@IP, netmask)
- Un équipement de routage permet d'acheminer un datagramme d'un réseau vers un autre réseau.

Qui doit faire du routage ?

- Un équipement sur un réseau local :
 - atteint directement les machines sur le même segment (ARP).
 - Pour atteindre des équipements sur un autre réseau (ou sous-réseau)
=> informations de routage.
 - `ifconfig` permet à l'équipement de savoir sur quel réseau (sous réseau) il se trouve
 - `ifconfig eth0 130.190.4.1 netmask 255.255.255.0 broadcast`
...
- Les Equipements de routage :
 - Une station avec 2 cartes Ethernet connectée à 2 réseaux.
 - Un routeur (Cisco, Bay Networks, Xyplex, ACC, ...)



- urec
- ### ROUTAGE IP : Principes
- **Routing IP basé uniquement sur l'adresse du destinataire**
 - Chaque équipement du réseau local
 - sait atteindre un autre équipement du même réseau : ARP
 - sait atteindre un équipement d'un autre réseau, s'il existe au moins un équipement de routage pour acheminer les datagrammes à l'extérieur du réseau local
 - Les informations de routage sont mémorisées dans la table de routage des équipements
 - Cette table doit être périodiquement mise à jour

ROUTAGE IP : Principes (2)

- Mise à jour de la table de routage :
 - Manuelle = **Routage statique**
 - commandes "route" des station unix
 - langage de commande des routeurs (ip route ...)
 - Automatique = **Routage dynamique**
 - Processus sur les stations et les routeurs
 - Echanges d'informations de routage : [protocoles de routage](#)
 - Mixte : **Routage statique et dynamique**

www.Mcours.com
Site N°1 des Cours et Exercices Email: contact@mcours.com

Tables de Routage

- Accès à la table de routage :
 - d'une **station Unix** :
netstat -r[n]
 - d'un **routeur (Cisco)**
sh ip route [sum]
- Contenu minimal :
le réseau auquel l'équipement est directement connecté
+ une route par défaut (sauf considérations de sécurité)

Routage : organisation hiérarchique

Distinguer le routage dans le réseau local	LAN
du routage de site (ensemble de réseaux locaux)	MAN
du routage "longue distance" (hors du site)	WAN

Le routage dans le réseau local

- Pour une machine raccordée au réseau local,
 - doit-elle accéder à (être accédée depuis) d'autres équipements du réseau?
 - sécurité totale ou partielle (accès limité à / depuis le LAN) ?

- Si la réponse est NON Pas de routage
 - soit elle n'a pas d'interface réseau
 - soit la table de routage est limitée au réseau local (ifconfig)

- Si la réponse est OUI (accès à / depuis tout l'Internet)
 - la table de routage contient
 - l'@ du réseau local et l'adresse du Routeur Frontière.
(route par défaut, ou route statique vers le routeur frontière)

Le routage dans le réseau local (2)

- Si la réponse est OUI MAIS..... Routage statique

Pour des raisons de sécurité:

- certains réseaux sont autorisés:

la table de routage contient :

- l'@ du réseau local
- l'@ de chacun des réseaux distants autorisés (voire l'@ iP des machines autorisées dans ces réseaux distants)

- certains réseaux sont interdits

=> filtrage des réseaux dont on veut se protéger sur les routeurs (sur les machines)

Routes Statiques (1)

- Commande *route*

- Permet d'indiquer une route :

- vers un réseau (net) ou vers un équipement (host)
- ou une route par défaut (default).

- Syntaxe:

route add |delete [net|host] destination |default gateway metric

En général, sur les équipements non routeurs on définit uniquement une route par défaut.

Routage statique : exemple

sur la machine B :

```
ifconfig eth0 193.64.203.1 netmask 255.255.255.0 broadcast  
193.64.203.255
```

```
route add [net] 195.132.92.0 193.64.203.10 1
```

```
route add 194.57.137.0 193.64.203.11 1
```

Routage statique : exemple (2)

Sur la machine A :

```
ifconfig le0 195.132.92.1 netmask + broadcast +  
route add default 195.132.92.10 1
```

(au lieu de :

```
route add @ du réseau 2 par R1
```

```
route add @ du réseau 3 par R1)
```

Sur le routeur R1 : (station unix)

```
ifconfig eth0 195.132.92.10 netmask .... .broadcast....
```

```
ifconfig eth1 204.27.1.10 netmask..... broadcast...
```

```
route add default 204.27.1.11 1
```

Routage statique: exemple (fin)

Sur le routeur R2 : (station unix)

```
ifconfig le0 193.64.203.10 netmask... broadcast...
ifconfig le1 204.27.1.11 netmask... broadcast...
route add 195.132.92.0 204.27.1.10 1
route add 194.57.137.0 193.64.203.11 1
```

ICMP redirect

Le routage statique n'est pas complètement statique :

- si la machine **B** (mal configurée) envoie un datagramme IP pour la machine **A** au routeur **R3**
- **R3** envoie ce datagramme à **R2** qui le transmet à **R1** qui le délivre à **A**
- Puis **R3** envoie un message *ICMP redirect* à **B** disant que pour atteindre **A** il faut passer par **R2**.
- **B** ajoutera cette information dans sa table de routage
 - s'il supporte *ICMP redirect*
- Ce mécanisme évite la mise à jour manuelle de toutes les machines quand on ajoute un routeur
 - => par contre, il faudra mettre à jour les routeurs

urec

Le routage dans le réseau de site : 1- routage statique

Tables de routage

R1	R2	R3
Res2, R2 Res3, R3 Monde, R3	Res1, R1 Res3, R3 Monde R3	Res1, R1 Res2, R2 Monde Rx

urec

Problèmes du routage statique :

Statique =

- mise à jour manuelle de tous les équipements du réseau
- Difficile de gérer la redondance de routes (connaissance détaillée de la topologie)
=> vital en cas de rupture de lien

Boucle possible quand un lien est coupé

On recommande en général :

Stations => Routage statique
Routeurs => Routage dynamique

Avec un routage statique
Une station ne peut atteindre que les réseaux qu'on lui indique par les commandes **route**.

ROUTAGE DYNAMIQUE (1)

- Le routage dynamique s'appuie sur des protocoles spécifiques : protocoles de routage.
- Principe
 - Diffusion **périodique** sur le réseau des informations de routage
 - Les équipements de routage :
 - échangent leurs informations de routage
 - mettent à jour leur table de routage

Routage dans le Réseau de Site ex.: Routing Information Protocol (RFC1058)

- RIP : **Distance Vector Routing Protocol**
- Algorithme de Bellman-Ford
 - Chaque équipement de routage calcule la **distance qui le sépare des destinations connues** dans le domaine d'administration
- La **distance** est calculée à partir des informations reçues des voisins.
- Un noeud construit donc sa table de routage en fonction des informations données par ses voisins.

R.I.P (2)

- L'équipement de routage diffuse (broadcast)
 - toutes les 30 secondes
 - la liste des réseaux qu'il peut atteindre
 - avec leur distance (nombre de sauts)
- Un message RIP est contenu dans un datagramme UDP
 - N° de port = 520
- Daemon `routed` ou `gated` sous Unix
- `router rip` (Cisco)

R.I.P (3) : exemple

- **R2** envoie un message broadcast sur les réseaux 193.64.203.0 et 204.27.1.0 contenant la table de routage :
 - 193.64.203.0 d = 0
 - 204.27.1.0 d = 0
- **R1** envoie un message de broadcast sur les réseaux 195.132.92.0 et 204.27.1.0
- **R3** envoie un message de broadcast sur les réseaux 194.57.137.0 et 193.64.203.0

R.I.P (3) : exemple

- A la réception des messages de broadcast chaque routeur met sa table de routage à jour :
- R2:

193.64.203.0	d=0	
204.27.1.0	d=0	
195.132.92.0	(d=0 +1)	d=1
204.27.1.0	(d=0 +1)	d=1
194.57.137.0	(d=0 +1)	d=1
193.64.203.0	(d=0 +1)	d=1
- de même pour les routeurs R1 et R3

R.I.P (5) a changer comment ça marche ?

- Après le boot :
 - la table de routage de R1 :
 - 130.190.4.0 d = 0
 - 130.190.5.0 d = 0
 - la table de routage de R2 :
 - 130.190.4.0 d = 0
 - 130.190.6.0 d = 0

R.I.P (5) a changer comment ça marche ?

- **Après 30 secondes (ou par mise à jour déclenchée) :**
 - **R1** envoie un message broadcast
 - **R2** met sa table de routage à jour :
 - 130.190.4.0 d = 0 (R1, d = 0 + 1) local
 - 130.190.6.0 d = 0 local
 - 130.190.5.0 d = 1 (R1, d = 0 + 1) R1
 - **R2** envoie un message broadcast
 - **R1** met sa table de routage à jour :
 - 130.190.4.0 d = 0 (R2, d = 0 + 1) local
 - 130.190.5.0 d = 0 (R2, d = 1 + 1) local
 - 130.190.6.0 d = 1 (R2, d = 0 + 1) R2

Routing Information Protocol (4)

- **Avantages**
 - Très connu, implanté sur tous les équipements de routage.
 - S'adapte automatiquement (panne, ajout de réseau ...)
- **Désavantages**
 - La distance est une information sommaire
 - ne tient pas compte de la charge, du débit, du coût des lignes, ...
 - Distance maximale = 15
d = 16 signifie réseau inaccessible (distance infinie)
 - Pas de garantie sur l'origine des informations
 - n'importe qui peut dire n'importe quoi
- **Utiliser RIP sur un petit réseau que l'on contrôle**
 - où l'on fait confiance aux administrateurs réseau

ROUTAGE DYNAMIQUE (2)

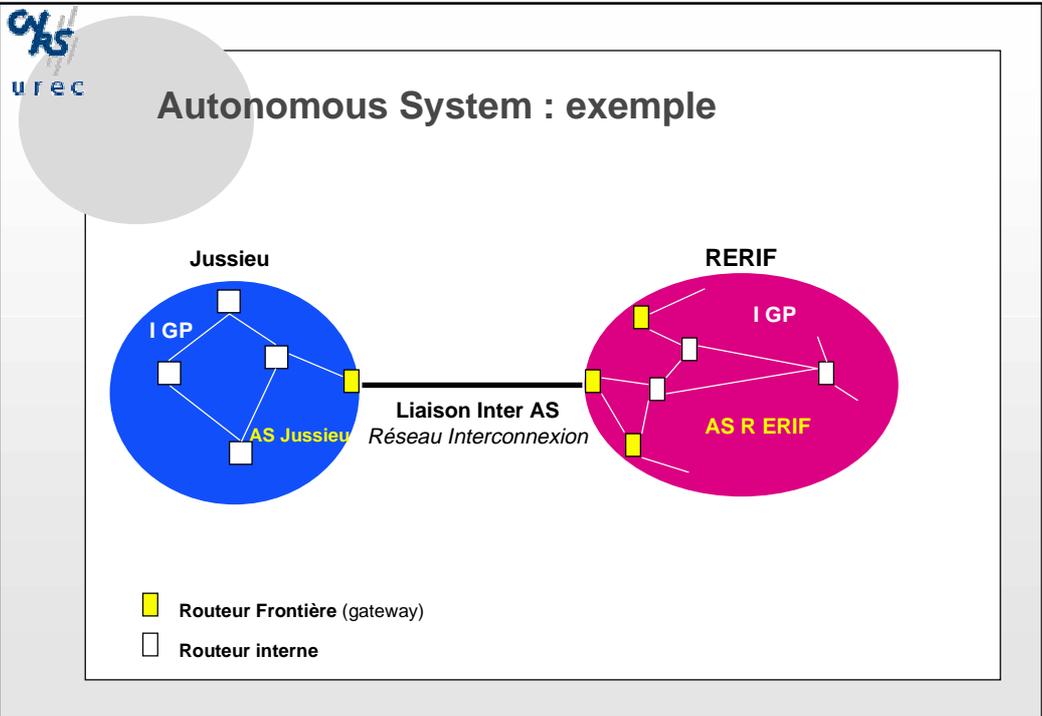
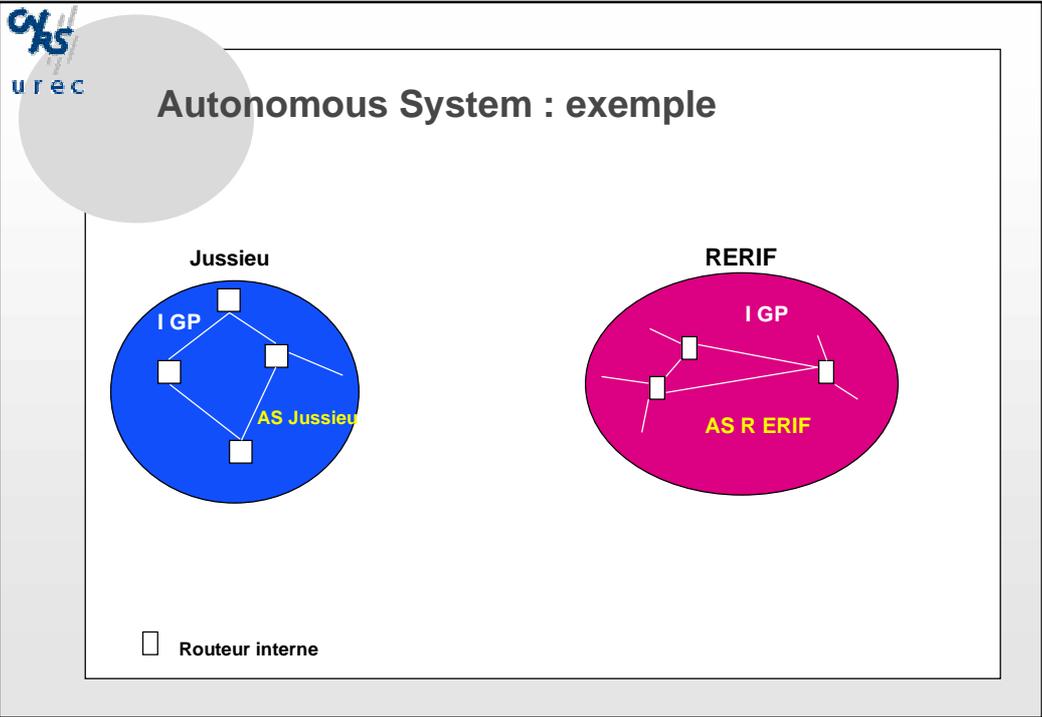
- **Deux types de protocoles de routage**
 - **Interne : Interior Protocol**
 - au sein d'un même Autonomous System
 - ex.: RIP, OSPF, IGRP ...
 - Détermine dynamiquement la meilleure route vers chaque réseau ou sous-réseau.
 - **Externe : Exterior Protocol**
 - Utilisé pour interconnecter les grands réseaux
 - Entre 2 Autonomous Systems (ou plus)
 - ex.: EGP, BGP ...
 - "Interdomain routing protocols"
- **On peut utiliser n'importe quel protocole, mais ...**

www.Mcours.com

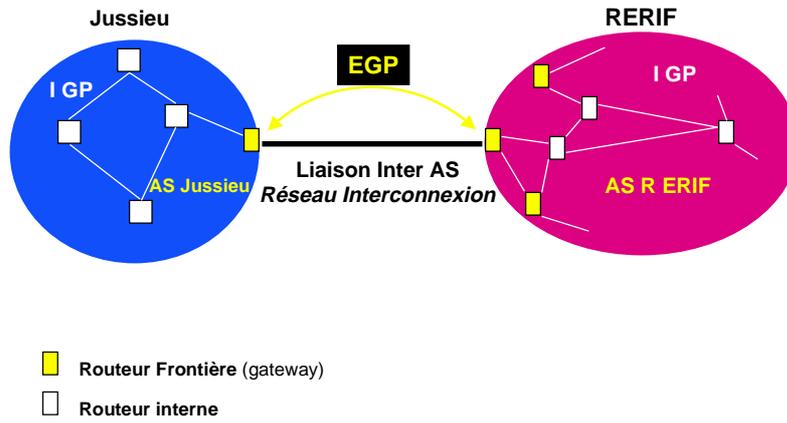
Site N°1 des Cours et Exercices Email: contact@mcours.com

Réseau de Site : Routage vers l'extérieur

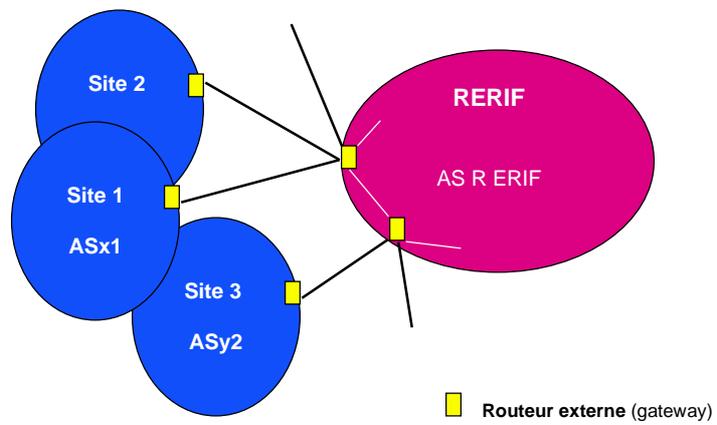
- **Autonomous System (AS)**
 - **"Ensemble de réseaux et de routeurs sous une administration unique"**
 - ex.: entreprise, campus, réseau régional, cœur d'un réseau national
 - toutes les parties d'un AS doivent être connexes
 - **Les numéros d'AS sont délivrés par le NIC-France (hostmaster@nic.fr)**
 - Un numéro = 16 bits (ex:Renater a pour numéro d'AS 1717)
 - **Utilisé par différents protocoles de routage pour l'échange d'informations : EGP, BGP...**



Autonomous System : exemple



Autonomous System : exemple (2)



Protocole de routage externe : ex.: Exterior Gateway Protocol (RFC 904)

- EGP est utilisé pour échanger des informations de routage entre différents Systèmes Autonomes (AS)
- Seul protocole extérieur implanté par la plupart des constructeurs
 - Sera probablement supplanté par BGP
 - BGP : Border Gateway Protocol
- Utilisé à l'origine sur ARPANET entre le CORE et les réseaux locaux connectés par des "gateways"
- destiné aux topologies hiérarchisées ou arborescentes
- Utilisé dans RENATER
 - Entre le routeur de France Telecom et celui de l'abonné
 - les deux routeurs sont reliés par un réseau d'interconnexion

E.G.P (2)

- Pas de diffusion
 - les routeurs échangent à intervalle régulier des informations deux à deux (peer neighbors)
- Informations d'accessibilité uniquement
 - liste des réseaux accessibles via chaque routeur pair
- Les routeurs s'échangent des messages du type :
 - "Es tu là ?", "oui, je suis là",
 - "envoie moi ta liste de réseaux accessibles ", "voici ma liste", ...

E.G.P (3)

- Pas de métrique dynamique utilisée
 - sauf pour déclarer une route prioritaire parmi 2 possibles pour la même destination (fixée par l'administrateur réseau)
 - routage "politique"
- Pas d'information sur les sous-réseaux
- S'il y a une boucle : catastrophe
 - infini (distance = 255) => 255 itérations avant de sortir d'une boucle
 - 2 mn x 255 = 8 h 30 mn !