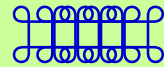


Aperçu sur la complexité des systèmes



Cas du réseau de transport de l'énergie

Séminaire AFSCET, le 5 Mai 2014
Jacques Printz, Professeur Émérite du Cnam

- Évolutions du système électrique
- Quelques leçons pour enseigner la systémique

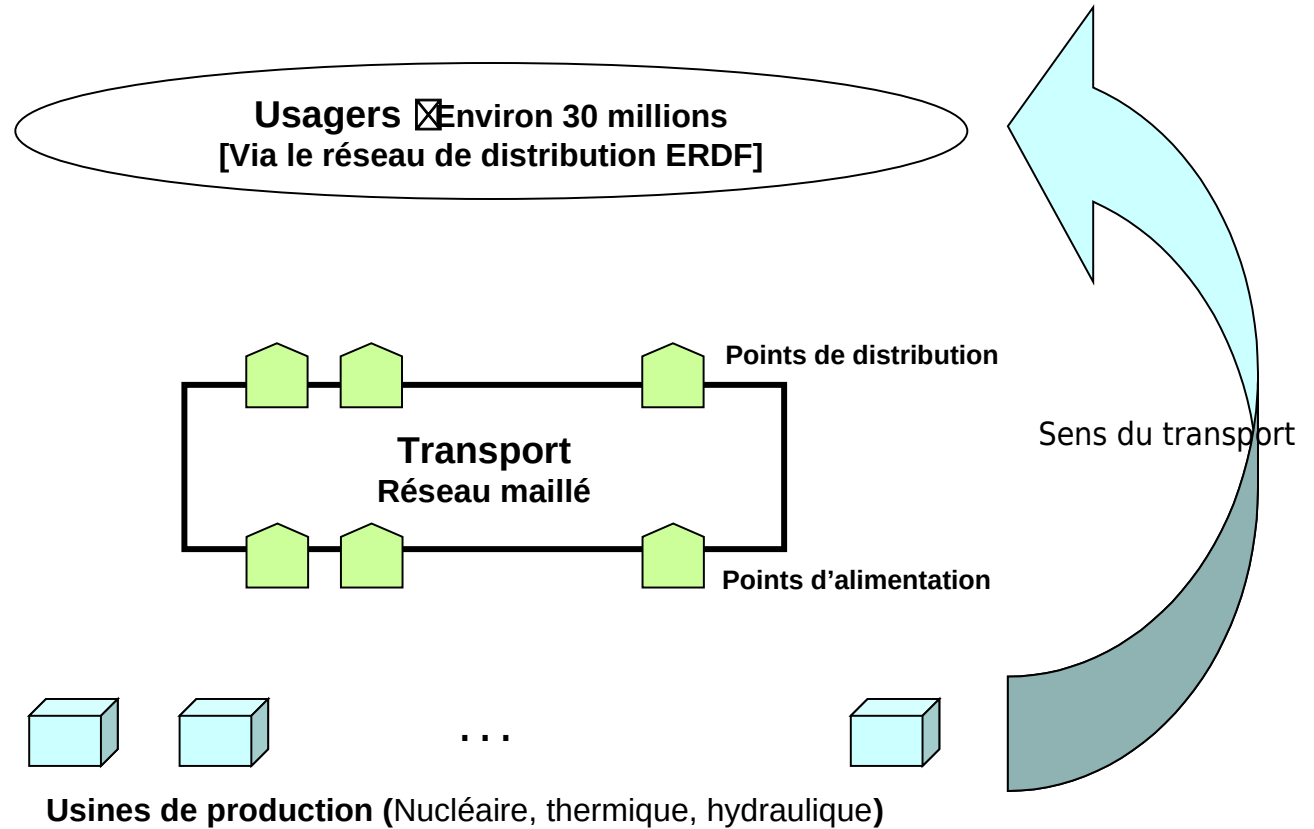
Le transport de l'énergie en 1923



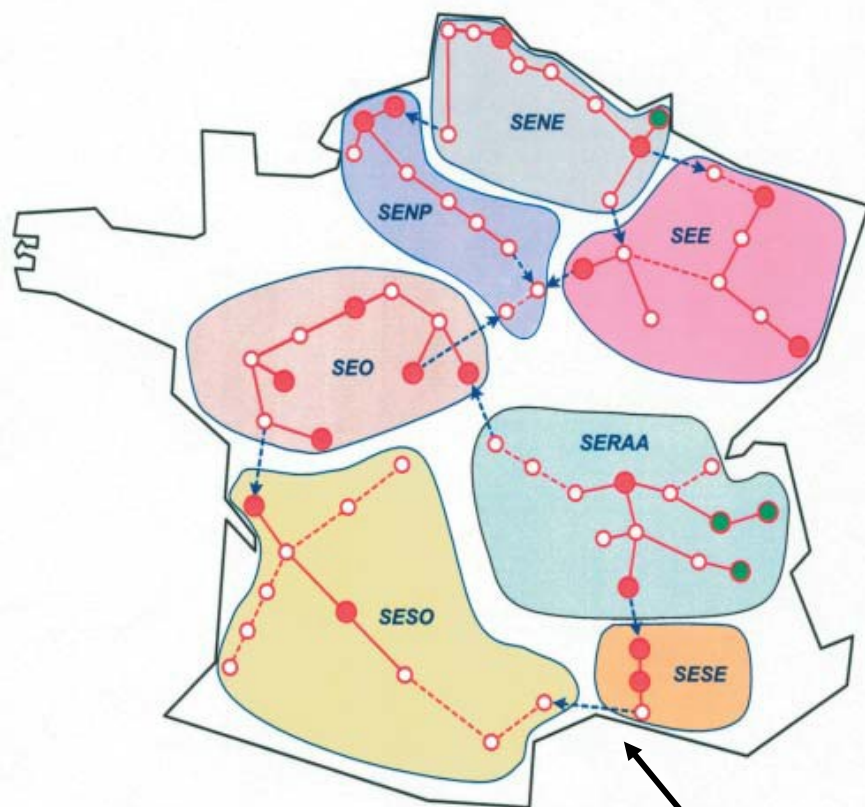
- Faible couverture
- Pas de standardisation
- En 1945, au moment de la création de la société national EDF, il y avait environ 1500 sociétés de production / distribution d'énergie
- Dans les années 70 → Programme électronucléaire
- En 2000-2004, dérégulation européenne et éclatement du monopole EDF en 3 blocs EDF / RTE / GDF → GDF-Suez [voir les sites de la CRE et du RTE]

Mais les lois de l'électricité sont connues depuis Ampère, Faraday, Maxwell, ...

Interopérabilité



Ossature régionale actuelle



Ossatures régionales / Visio / N

- Production française, en pointe : environ 110 Gigawatts
- 30 millions d'utilisateurs
- 7 systèmes régionaux [URSE]
- 1 système national [SNC]
- Interconnexions avec les réseaux européens

Du fait de sa grande taille le contrôle du système doit être décentralisé

☒ Application du principe de subsidiarité + Optimum global

• Optimiser la distance entre les points de production et les points de consommation

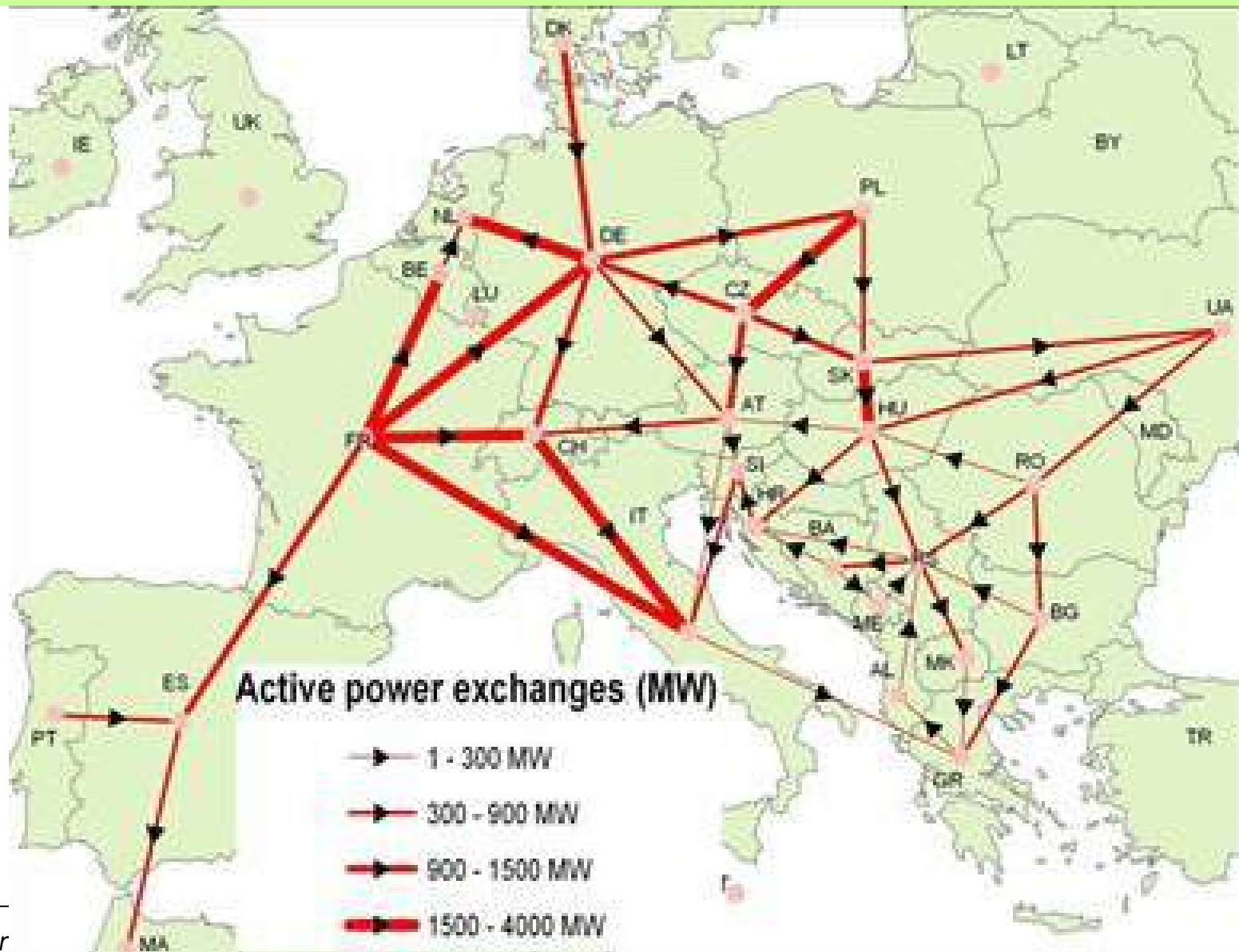
Ossature européenne



Interconnexions France / Angleterre / BENELUX / Allemagne [Détails]

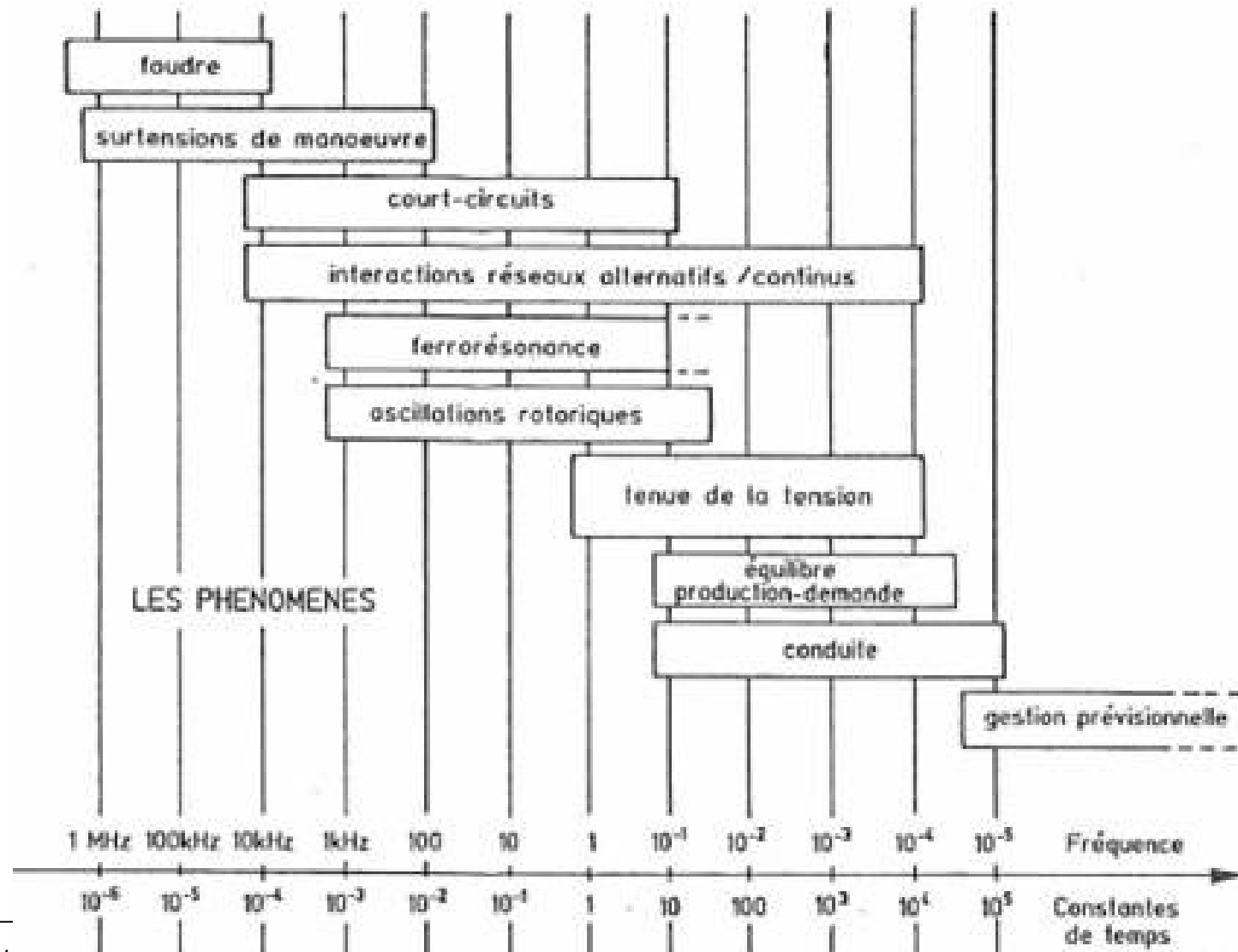


Interconnections européennes Synthèse

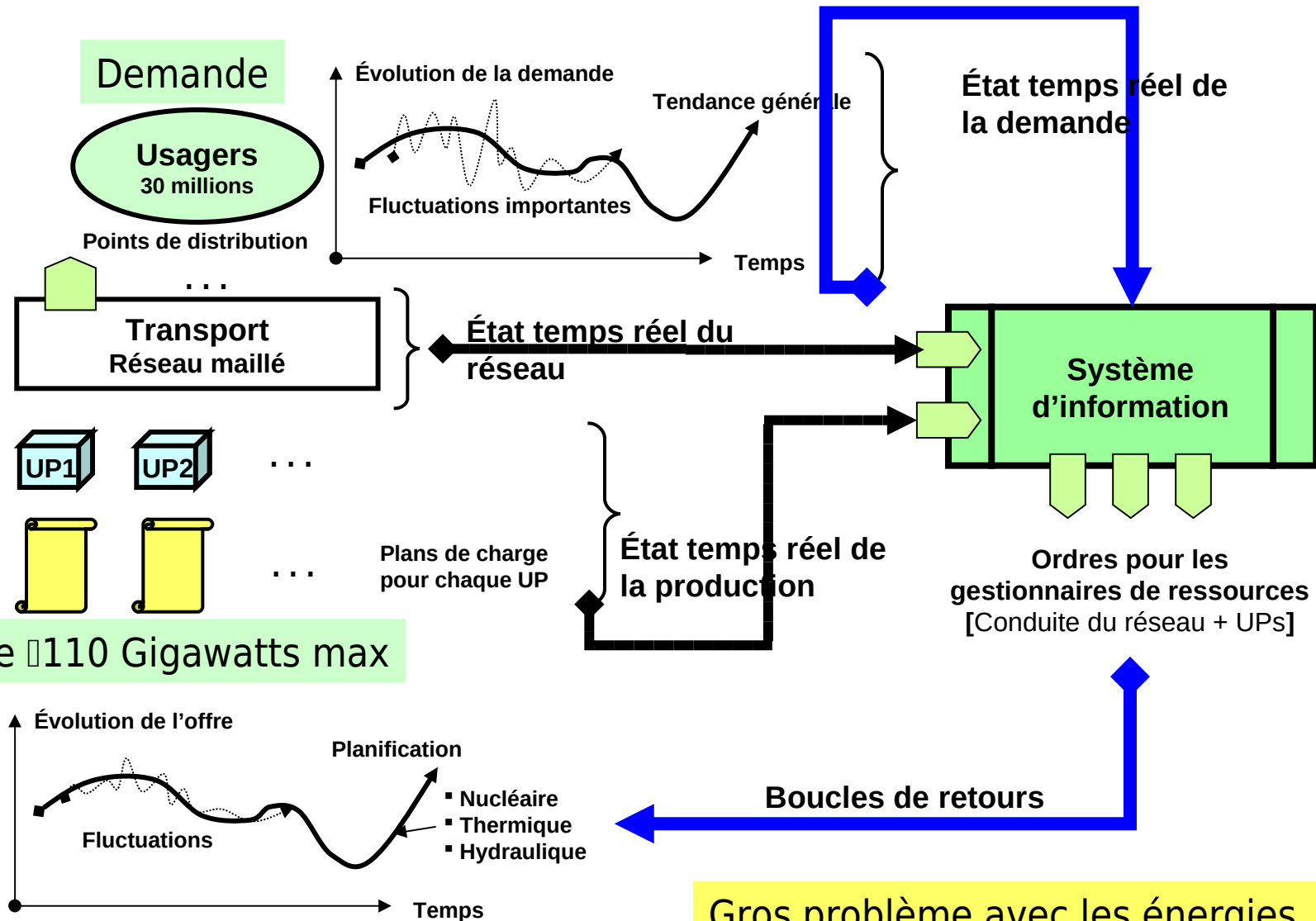


Constantes de temps

SIMULATION DES RESEAUX ELECTRIQUES



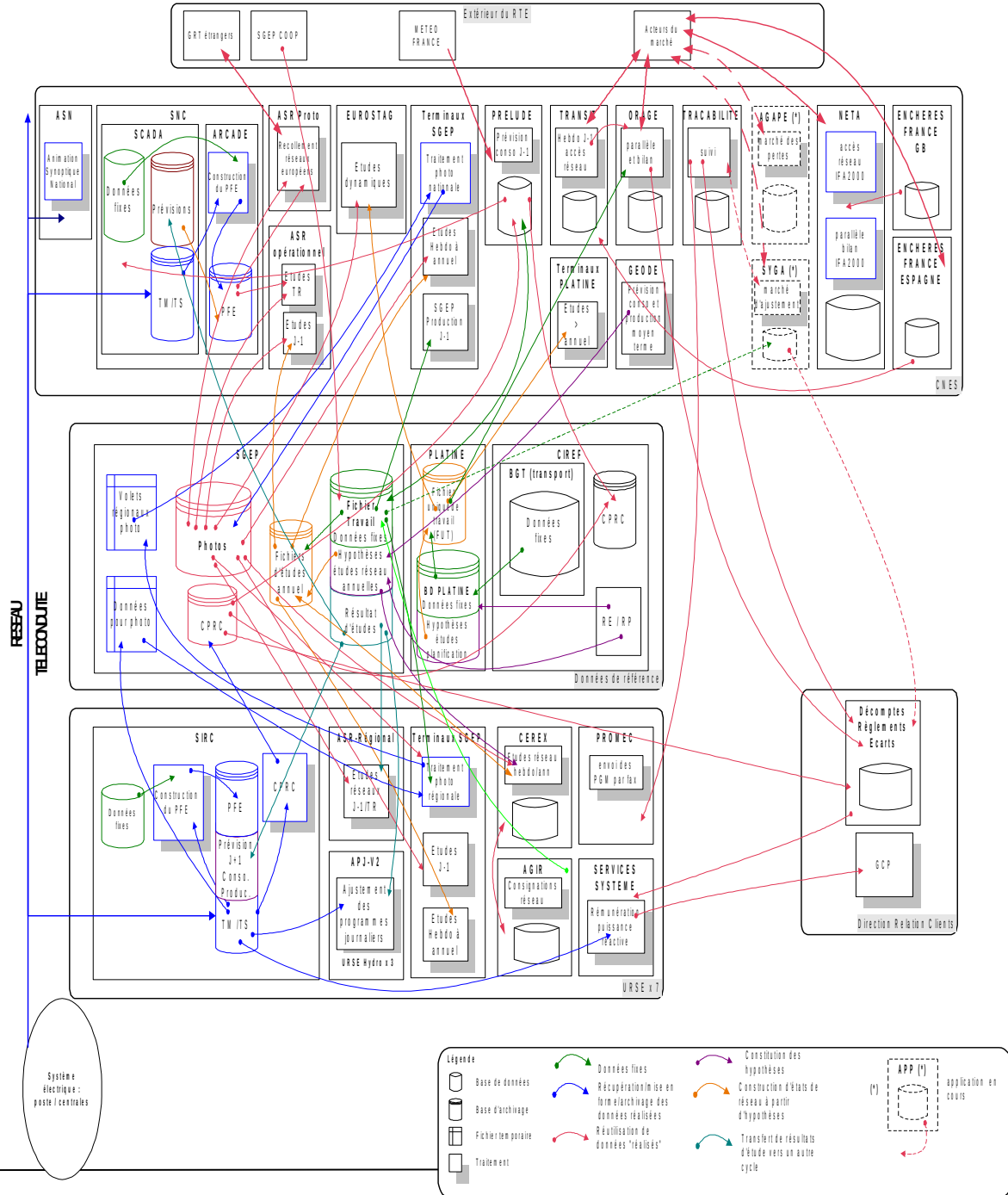
Le SI [Contrôle/Commande] du SE



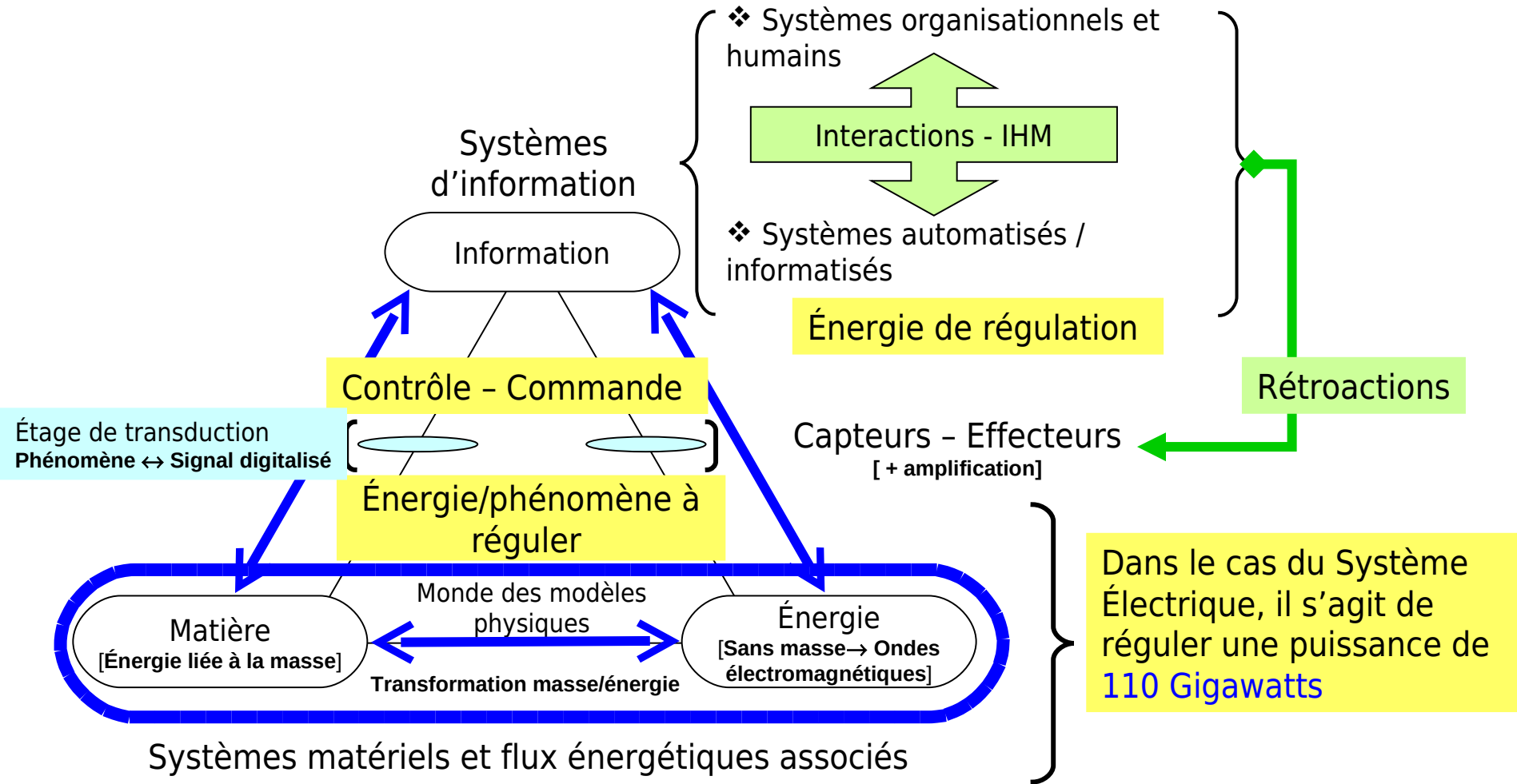
Gros problème avec les énergies renouvelables - Prévisions ???

Aperçu du SI du RTE, au début des années 2000, avec les interactions entre les applications et/ou systèmes constitutifs internes et externes

☒ Volume de code développé : Aux alentours de 30 millions de LS – Beaucoup plus de LS installées (Progiciels, OS, Réseaux, ...)



Une « physique » de l'information

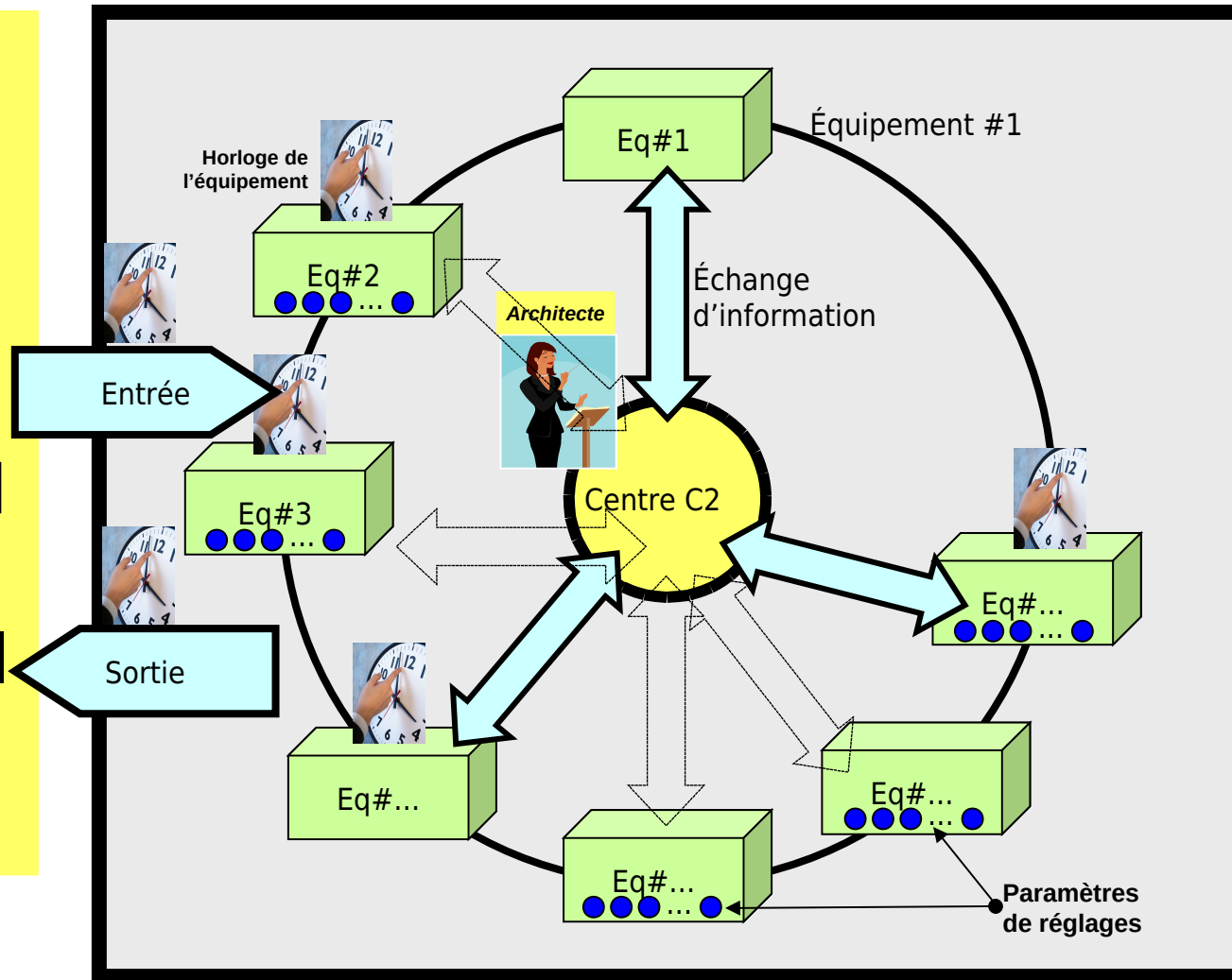


Système ...

C
O
N
S
O
M
M
A
T
I
O
N

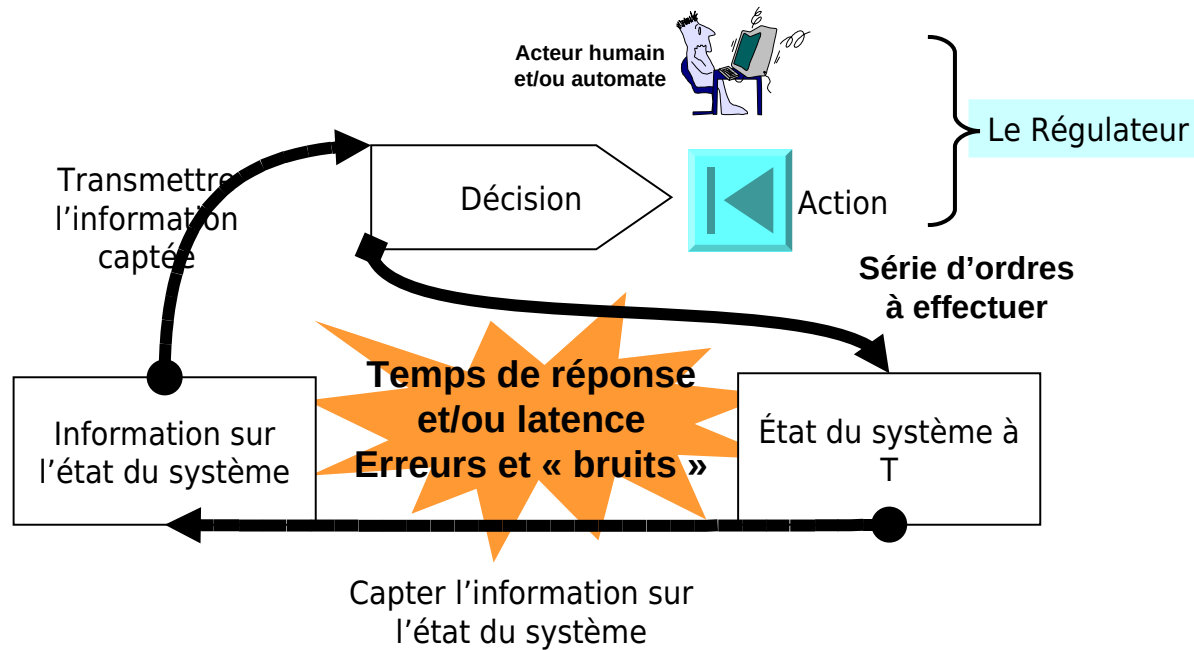
Environnement

P
E
S
T
E
L



Feedback

La boucle de régulation fondamentale



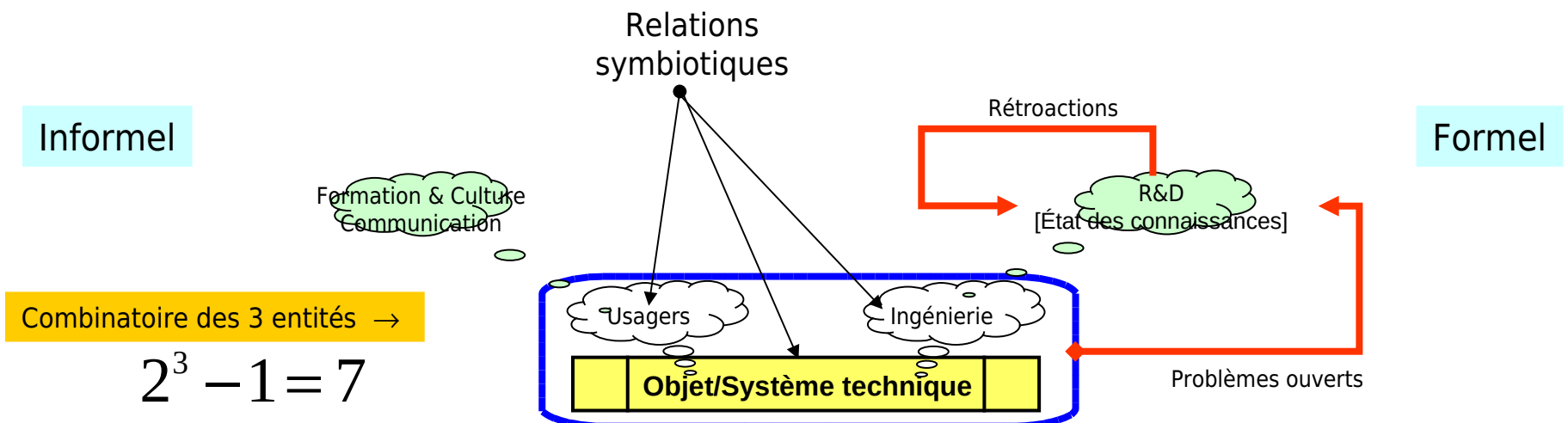
Contrainte fondamentale : ☒ la latence doit être compatible avec le phénomène à réguler **ET** l'environnement

Quelques relations causales

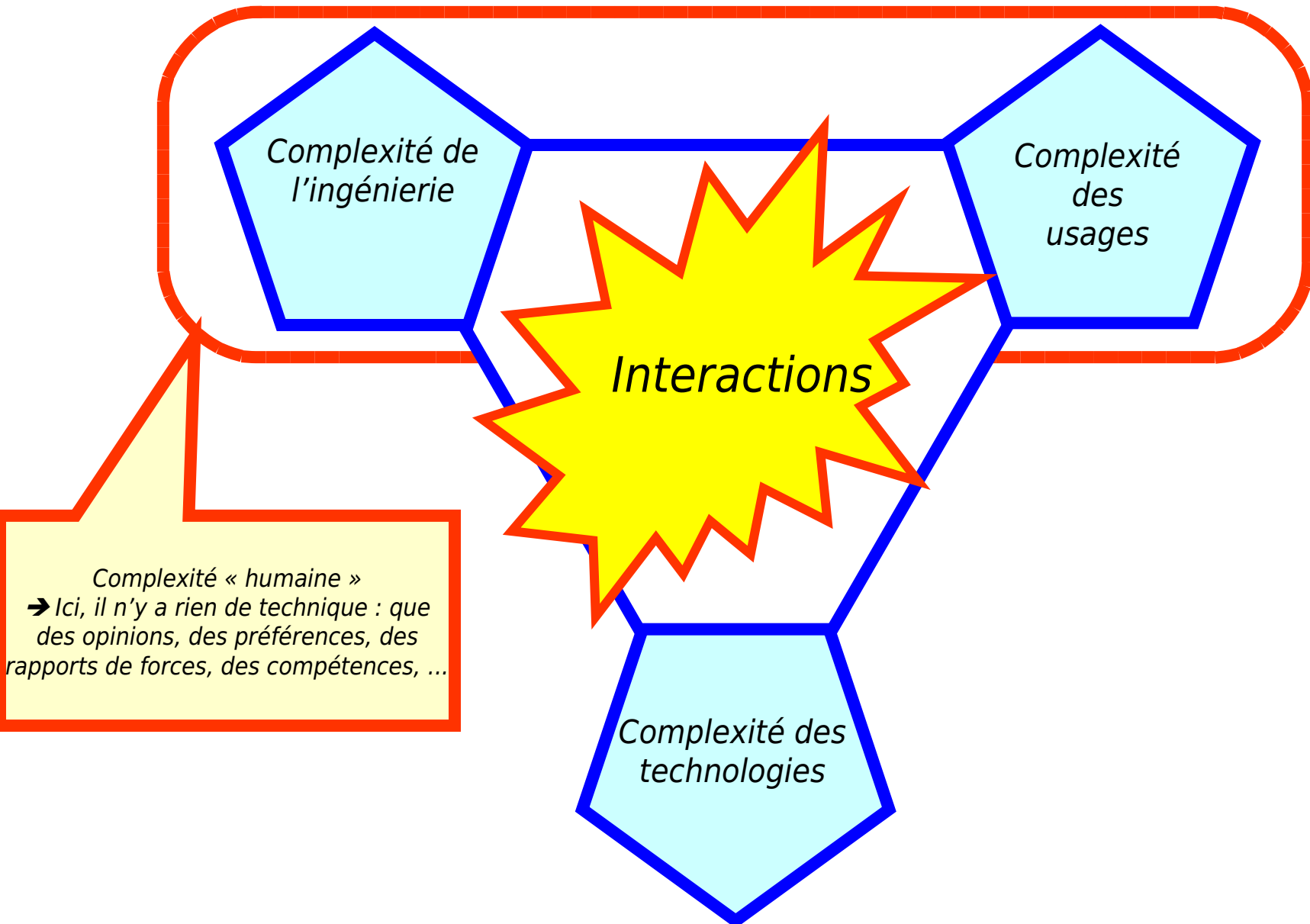
- ➡ Taille d'une région versus énergie de régulation
- ➡ Taille d'une région versus la latence de la boucle de régulation
- ➡ Taille d'une région versus le temps de propagation / confinement d'un incident réseau
 - ✓ Exemple : rupture d'une ligne ?! Que faire ?

Relations symbiotiques entre les éléments du systèmes

- ➡ Tout objet/système technique vit en relation symbiotique avec 2 collectivités humaines
- Les usagers de l'objet (Pourquoi, à quoi ça sert)
 - Les concepteurs/développeurs de l'objet ☒ **Ingénierie** (Comment c'est fait)
 - ✓ Développement + Maintenance/Support



Complexités des systèmes artificiels



En guise de conclusion ...

➤ Éclairer la démarche systémique par des exemples comme celui du système électrique dont nous maîtrisons tous les aspects, y compris ceux en cas de pannes [Sûreté de fonctionnement] :

➔ Pourquoi et comment ça marche ?

Et regarder plus loin ...