

QUELS BESOINS ET PISTES D'ÉVOLUTION DES DIFFÉRENTS DISPOSITIFS EXISTANTS ? SOERE F-ORE-T

Laurent Saint-André
INRA, Coordonnateur du SOERE F-ORE-T

Je vais parler du SOERE F-ORE-T. L'acronyme SOERE signifie Système d'Observation et d'Expérimentation au long terme pour la Recherche en Environnement. Tout est dit.

Contrairement au réseau de surveillance de la santé des forêts et à RENECOFOR, le SOERE n'était pas prévu par le PIC Forêts*. Ou plutôt il l'était en tant que « niveau 3 », qui n'a jamais été vraiment constitué.

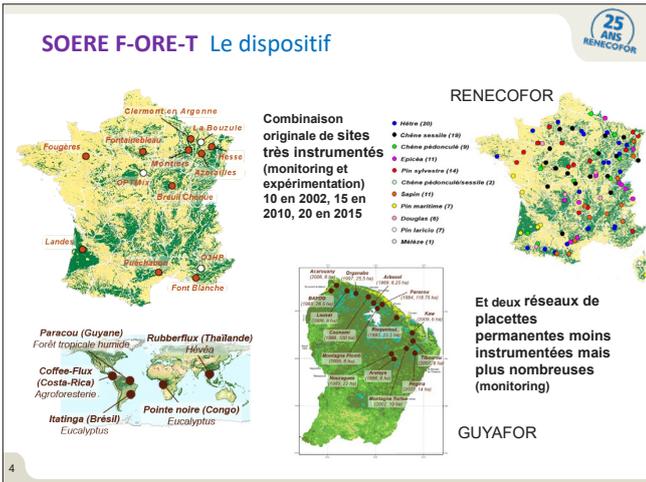
SOERE F-ORE-T : contexte et objectifs

Du point de vue historique, l'apparition des sites-ateliers a suivi la création du réseau RENECOFOR, avec le premier financement de site-atelier en 1995 par ECOFOR*. Puis le SOERE est né de la volonté de structurer l'effort de recherche sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers, dans leur complexité et dans le contexte des changements globaux, en particulier suite à l'épisode des pluies acides. Il y avait (il y a toujours) une réelle volonté des pouvoirs publics et des gestionnaires forestiers de fonder la gestion durable des écosystèmes, dont les fonctions environnementales sont très importantes.

Les objectifs scientifiques du SOERE sont de comprendre le fonctionnement de ces écosystèmes en analysant notamment les flux de carbone, eau et éléments minéraux, et d'évaluer leur réponse à des modifications, qu'elles soient lentes ou rapides, naturelles ou anthropiques. Le SOERE a d'abord été créé en tant qu'ORE (observatoire de recherche en environnement) en 2002, puis il a été labellisé en SOERE par AllEnvi*, l'alliance nationale de recherche pour l'environnement en 2010 et renouvelé en 2015.

Position dans le paysage des dispositifs forestiers et organisation

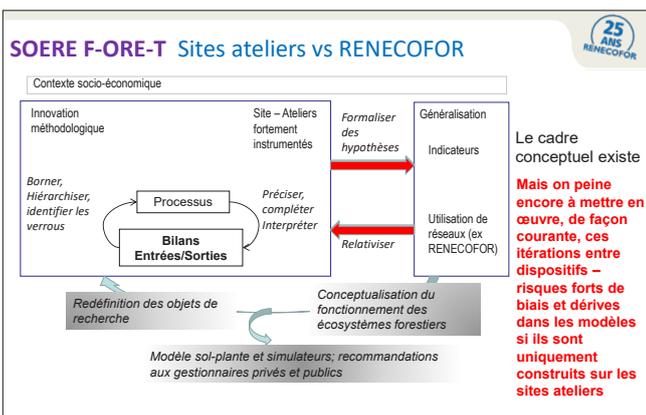
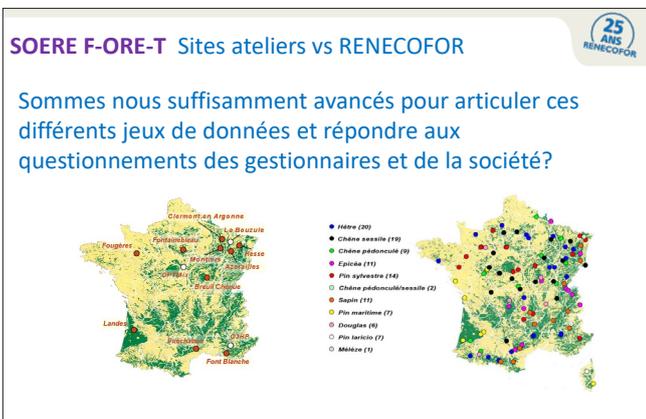
Pour la représentation des dispositifs forestiers, j'ai renversé le schéma de la pyramide et je l'ai rendu linéaire. À une extrémité (ici à droite), on a le SOERE, dont les objectifs ressemblent étrangement à ceux qu'a présentés Manuel Nicolas, et ce n'est pas anodin. En fait, dans le SOERE il y a les sites-ateliers mais il y a aussi les réseaux RENECOFOR et Guyafor* ; c'est vraiment important (j'y reviendrai). À l'autre bout de la chaîne, il y a l'Inventaire forestier national, les suivis du réseau 16 x 16 (dont la santé des forêts), et au milieu il y a tout un lot de réseaux expérimentaux où les écosystèmes forestiers font l'objet de manipulations d'un point de vue génétique, biogéochimique ou sylvicole. Bien sûr, tous ces réseaux ont une caractéristique essentielle : le long terme (très supérieur à 20 ans : 100 ans, pourquoi pas, ou encore plus...).



SOERE F-ORE-T Le dispositif

Une forte instrumentation in situ :

- Un **noyau « dur »** avec une tour à flux et/ou un dispositif lysimétrique complet
- Des **manipulations d'écosystèmes**, instrumentées et également suivies sur le long terme (exclusion de pluies, manipulation de la matière organique du sol, etc...)
- Environ 80 à 300 capteurs par site



Le SOERE F-ORE-T c'est donc, d'une part (cartes de gauche), un ensemble de sites-ateliers très instrumentés, en France métropolitaine et sous les tropiques (le Cirad* fait partie du dispositif). Le nombre de sites a augmenté au fil du temps : 10 en 2002, 15 en 2010 et 20 en 2015. Mais on arrive au seuil maximum de ce que les organismes français peuvent supporter en termes de coût d'investissement sur des sites-ateliers : dans la dernière campagne de labellisation, il y a 3 sites nouveaux (points blancs) mais ça s'accompagne d'une mise en suspens ou d'arrêt à Fougères, à Pointe Noire au Congo, etc. D'autre part, ça inclut aussi le réseau RENECOFOR et le réseau Guyafor* qui jouent le même rôle de généralisation des résultats respectivement en forêt tempérée et en forêt tropicale.

Qu'est-ce que c'est qu'un site-atelier du SOERE F-ORE-T ? C'est un noyau dur avec une tour à flux et/ou un dispositif lysimétrique complet. C'est aussi de la manipulation d'écosystèmes et c'est environ 80 à 300 capteurs par site et même plus, maintenant, avec la normalisation ICOS*, etc. Ça nous permet d'étudier tous les cycles (carbone, eau, éléments minéraux) et leurs interactions, à des pas de temps qui vont de l'infra minute à plusieurs années de suivi.

Focus sur l'articulation entre sites-ateliers et RENECOFOR

Je vais insister dans la suite sur l'articulation entre réseaux et en particulier sur l'articulation, au sein du SOERE F-ORE-T, entre les sites-ateliers et le réseau RENECOFOR. L'exposé d'Éric Dufréne (session 3) l'a parfaitement illustrée, mais je vais rajouter quelques éléments.

Le cadre conceptuel de cette interaction existe. Sur les sites-ateliers on étudie les processus, on fait des bilans d'entrées/sorties : les processus permettent de préciser, compléter, interpréter les bilans ; réciproquement les bilans permettent de borner, hiérarchiser, identifier les verrous sur les processus. Sur ces sites, on fait de l'innovation méthodologique, il y a une forte instrumentation... Et grâce à tout ça on pense avoir bien compris ce qu'est le fonctionnement de l'écosystème : on formalise donc des hypothèses, on crée des indicateurs, on les teste sur les réseaux et... Patatras, ça ne marche pas. Donc on revient : ça nous permet de relativiser tout ce qu'on avait fait avant. Régulièrement on reconceptualise le fonctionnement des écosystèmes, on redéfinit les objets de recherche, on recrée des sites-ateliers, on en enlève d'autres... et on repart ! Et ainsi de suite. Au passage, on crée aussi des outils pour les gestionnaires.

Ceci dit, au-delà de quelques exemples très éloquentes, on peine encore à pratiquer couramment cette boucle itérative. Mais il y a des risques forts de biais et dérives dans les modèles si on les construit uniquement sur les sites-ateliers. Cette articulation est donc vraiment essentielle.

SOERE F-ORE-T Sites ateliers vs RENECOFOR



Evolution des modèles, application dans les réseaux



Décomposition de la litière.
Hétraies, Sites ateliers F-ORE-T + Sites ateliers européens + Rencocofor avec litière marquée ¹⁵N

Mais aussi

Phénologie

Delapierre N., Dufrene E., et al., 2009 – Modelling the interannual and spatial variability of leaf senescence for three deciduous tree species in France. *Agricultural & Forest Meteorology*, 149 : 938-948.

Lebourgeois F., Pierrat J.-C., et al. 2010 : Simulating phenological shifts in French temperate forests under two climatic change scenarios and four driving global circulation models. *International Journal of Biometeorology* 54:563–581

Éléments traces

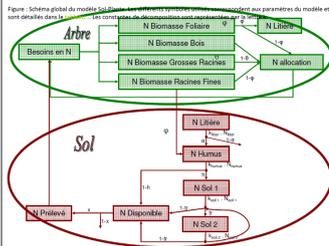
Gandois, L., Probst, A. and Dumat, C. (2010). Modelling trace metal extractability and solubility in French forest soils by using soil properties. *European Journal of Soil Science*, 61: 271–286. doi: 10.1111/j.1365-2389.2009.01215.x

Processus par processus,...

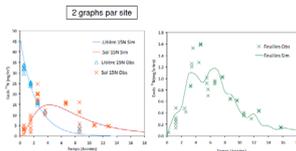
SOERE F-ORE-T Sites ateliers vs RENECOFOR



Evolution des modèles, application dans les réseaux



Thèse J. Salleles, simulation du devenir du ¹⁵N des litières dans l'écosystème – Hétraies, Rencocofor, parcelles avec litières marquées, utilisation de Fagacée



..., et à l'échelle de l'écosystème

Cette articulation, elle peut se faire sur les processus (processus par processus) : on s'est intéressé à la décomposition de la litière, à la phénologie, aux éléments trace... On peut s'intéresser à certains compartiments.

On peut aussi l'envisager pour l'ensemble de l'écosystème. Éric Dufrene en a présenté des exemples avec le modèle CASTANEA, ici j'en donne un autre exemple, avec la thèse de Jade Salleles (2014) sur l'étude du devenir de l'azote des litières dans le sol. Au début des années 2000, nous nous sommes intéressés au cycle de l'azote et nous avons conduit une expérimentation dans la zone neutre de certaines placettes de hêtre de RENECOFOR (représentant une large gamme de conditions écologiques) : nous y avons déposé des litières marquées à l'azote 15 (¹⁵N), que nous avons pu suivre au cours du temps. La thèse de Jade consistait à exploiter les résultats et à les utiliser pour tester un modèle sol-plante basé sur les processus de transfert d'azote, et dont le module « arbre » s'appuie sur le modèle dendrométrique Fagacées pour estimer la croissance et les besoins en azote. En l'occurrence, on arrive assez bien à reconstituer les dynamiques du ¹⁵N dans le sol et dans les litières.

Comment tout ça va-t-il évoluer ?

D'abord, il y a des outils récents qui permettent désormais de faire de l'instrumentation *in situ* à très haut débit (laboratoire mobile). Ça permet en particulier d'acquérir des variables supplémentaires sur des réseaux peu ou pas instrumentés, selon le concept *hot spot hot moment* : être au bon endroit au bon moment et mesurer les flux qui nous intéressent sur des parcelles de RENECOFOR ou d'autres réseaux dont j'ai parlé plus haut, pour mieux comprendre ce qui se passe lors d'une perturbation par exemple.

Pour ce qui est de l'évolution des dispositifs à l'échelle nationale, il se trouve que, sous l'impulsion d'AllEnvi* et des plans d'investissement d'avenir (PIA), les sites-ateliers se sont très bien structurés au sein d'infrastructures bien identifiées : ICOS*, qui est dédiée à tout ce qui est gaz à effet de serre, et AnaEE* pour tout ce qui est interaction entre le biotique et l'abiotique, avec leur pendant à l'échelle européenne. De l'autre côté, il y a l'inventaire forestier national avec le groupe européen correspondant ENFIN*. Et au milieu, tous les réseaux d'expérimentation sont en train de se structurer au sein d'une infrastructure qui s'appelle IN-SYLVA-France avec le pendant européen (projet RIFF*) qui se construit en même temps. Remarque : avec cette structuration, le SOERE devient obsolète et sera dissous.

SOERE F-ORE-T Evolution des dispositifs



Evolution de l'instrumentation in-situ

Plateforme M-POETE De l'Infrastructure ANAEE-F



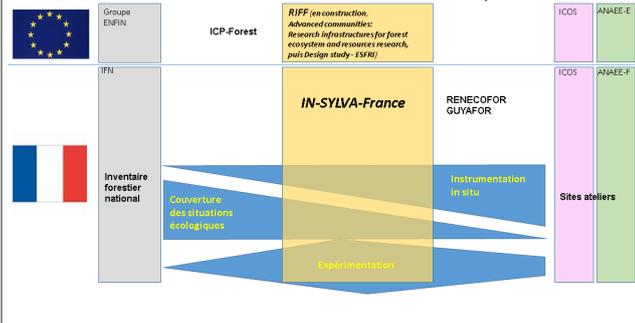
Laboratoire mobile: Météo, Végétation, Sol, micro-organismes, Flux (C, N, O, H)

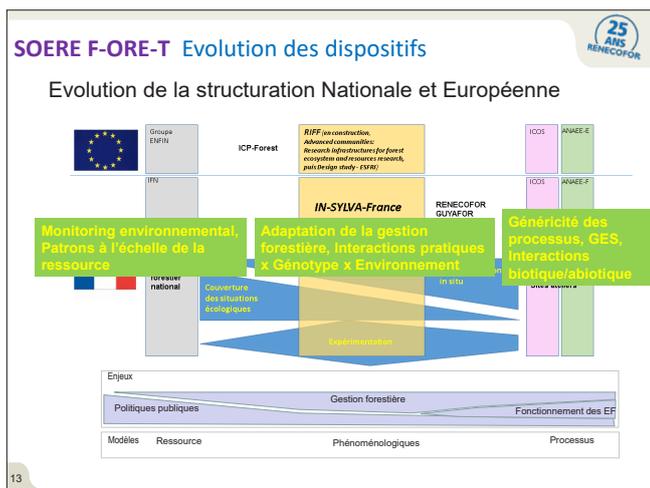
Une mission: acquérir des variables supplémentaires sur des réseaux peu ou pas instrumentés

SOERE F-ORE-T Evolution des dispositifs



Evolution de la structuration Nationale et Européenne





Dans les sites ateliers, on cherche la généricité des processus, on étudie les gaz à effet de serre, les interactions biotique/abiotique. Sur les réseaux IN-SYLVA on étudie l'adaptation de la gestion forestière, les interactions entre les pratiques, les génotypes et l'environnement. Et du côté de l'inventaire on fait du monitoring environnemental, on regarde les patrons à l'échelle de la ressource. Ici les enjeux relèvent plutôt des politiques publiques, tandis que pour le « paquet » IN-SYLVA c'est plutôt de la gestion forestière et pour les sites-ateliers c'est plutôt l'aspect cognitif sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers, avec des modèles adaptés à chacun des enjeux et des réseaux.

La question essentielle va être maintenant d'articuler tout ça. Je ne reviens pas sur l'aspect « on formalise des hypothèses et on relativise » entre les sites-ateliers et les réseaux d'observation ou d'expérimentation. À l'autre bout de la chaîne on peut faire la même chose, c'est-à-dire généraliser les résultats des réseaux grâce à la puissance de l'inventaire et, inversement, raisonner les réseaux en fonction de la ressource. En particulier : comment re-raisonner certains réseaux d'IN-SYLVA-France ou même RENECOFOR compte tenu de l'évolution de la ressource et de ce qu'a dit François Morneau ?

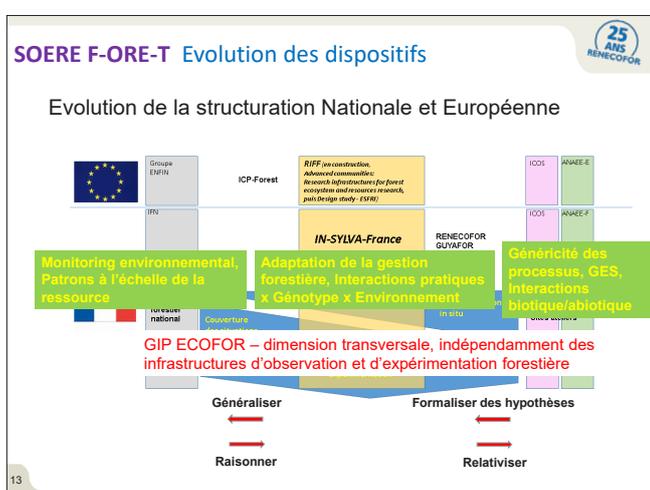
Dans ce schéma, le GIP ECOFOR* a une dimension transversale qui est très importante, qui va permettre de faire l'animation, de gérer ces interactions indépendamment des structures d'observation et d'expérimentation forestières, pour permettre de faire des projets transversaux par exemple, entre ces différentes infrastructures.

Conclusion

Cette organisation serait-elle une nouvelle usine à gaz française ?

En fait, non : on est en train de clarifier les fonctions et le périmètre de chaque infrastructure de recherche et aussi, c'est très important, de clarifier les synergies entre infrastructures de recherche, de les formaliser. Les pontages sont en cours : interopérabilité des bases de données, les portails de métadonnées ou encore la plateforme mobile, mais aussi les échanges de protocoles. Par exemple, les protocoles du GIS Coop* pourraient venir « fertiliser » ceux de RENECOFOR dès lors que vous allez travailler sur des peuplements jeunes, etc. Autre exemple : ça nous intéresserait, à IN-SYLVA, de profiter des protocoles formalisés dans ICOS.

Enfin, il faut savoir que la France a un rôle moteur dans cette articulation des dispositifs à l'échelle européenne.



CONCLUSION

FRENCH GAZ FACTORY

Clarification des fonctions et des périmètres de chaque Infrastructure de Recherche (IR)

Synergies entre IR formalisées et pontages en cours (inter-opérabilité des bases de données, portails de métadonnées, etc...)

France moteur dans cette articulation des dispositifs

13