



Simulation des réseaux de ventilation pour la conception, la modification et le réglage d'installations maîtrisées ou confinées

Pierre Bombardier (FAURE QEI)

22 mars 2018

Pourquoi simuler le fonctionnement d'un réseau de ventilation ?

● Complexité

- Organes multiples, niveaux multiples
- Interconnexions, fuites

● Etude des évolutions

- Prévoir l'impact des changements
- Gérer les phases transitoires

● Protection du personnel et des installations

- Etudier les incidents possibles
- Préparer une réaction optimum

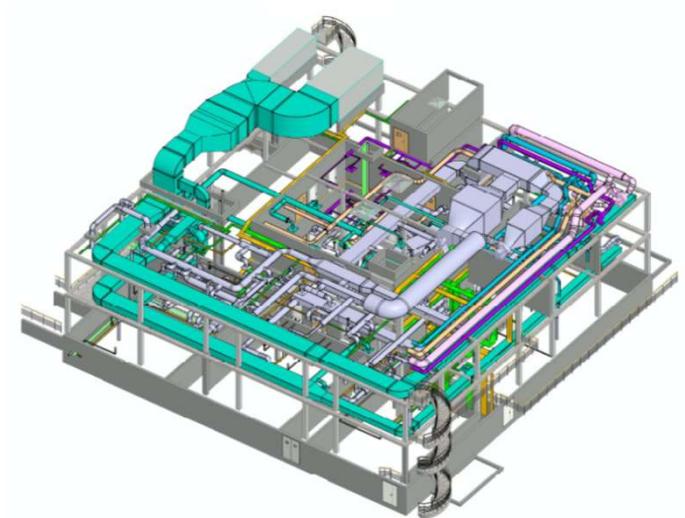


Image réseau HVAC SANOFI Aramon

- Contraintes sur les réseaux de ventilation -

- **Vent extérieur (exploitation ou isolation)**
 - Variabilité et écarts de température
- **Comportements transitoires dans le bâtiment**

Maintien des cascades de pression malgré

 - les ouvertures de portes,
 - les équipements sous extraction,
 - les pertes de charges qui changent
- **Défaillance d'organes mécaniques ou du pilotage**
 - Ventilateurs, clapets, registres, filtres
- **Accidents impactants**
 - Incendies (pression, destruction), explosions
- **Travaux**
 - Extensions, mises à niveau, transformations

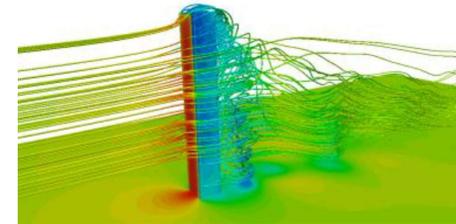


Image INRS – Romain Guichard



Image AECOSim



- Les codes de simulation à zones -

● **Discrétisation d'une installation**

- **Par maillage (codes à champ) : trop complexe et lourd**
- **Par zone : rapidité de mise en œuvre et calcul. Couplage CFD possible**

● **Choix des codes à zones restreint pour l'usage industriel**

- **Besoin de fonctions d'études paramétriques**
- **Validation du code nécessaire (et coûteuse)**
- ➔ **Principalement issus du domaine nucléaire (IRSN, EDF)**

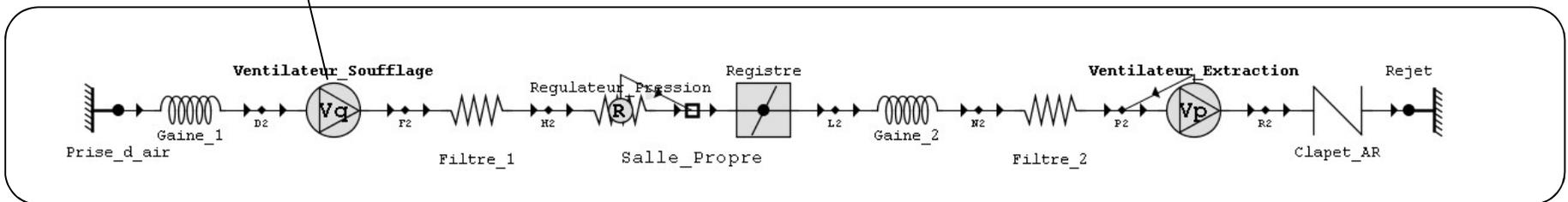
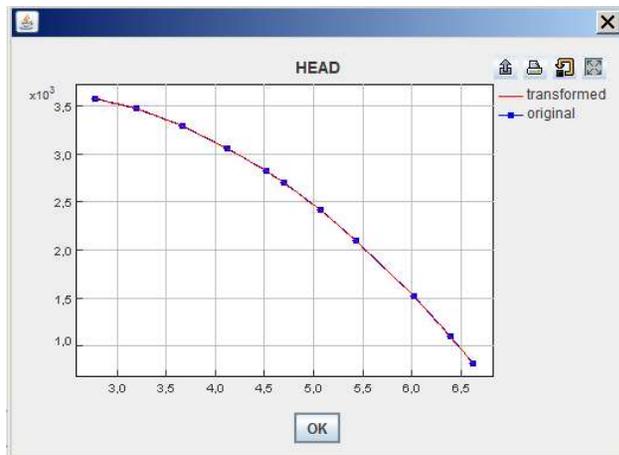
● **Principes**

- **Equations : Conservation de la masse, Equation de Bernouilli** $\Delta P = \alpha R \frac{Q_m^\beta}{\rho^\gamma}$
- **Représentation graphique 2D adimensionnelle des organes du réseau**



- Interface graphique -

• Représentation sous forme de nœuds, branches





- Interface graphique -

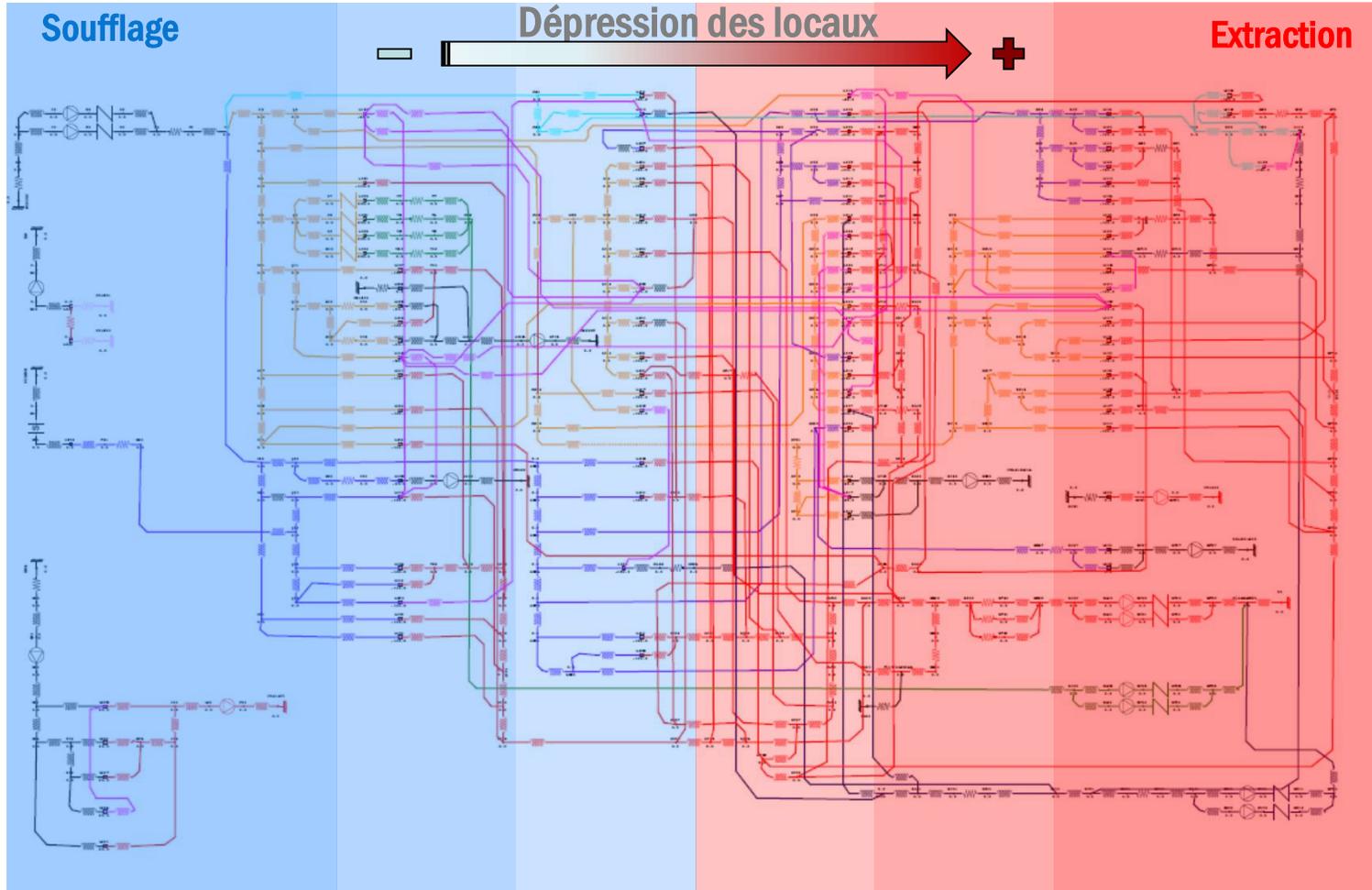


Image IRSN

Exemples d'utilisation - Stade conception élémentaire -

- Aide à la construction du schéma fonctionnel
- Mise en place des débits par antenne
- Bilan précoce des pdc
- Intégration de la régulation
- Mise à jour au stade EXE

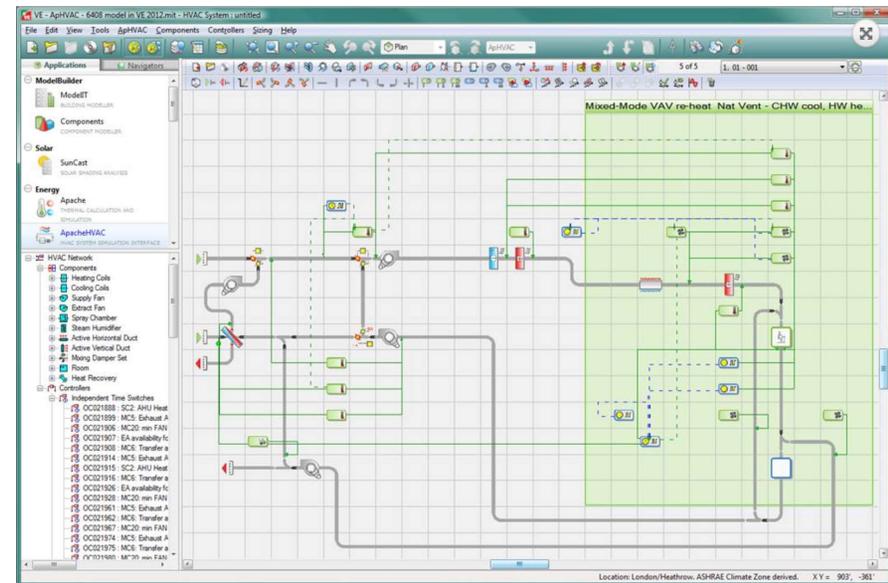


Image IES VE ApacheHVAC



Exemples d'utilisations - Etude des modes de fonctionnement -

● Régimes réduits

- Plus petit débit permettant d'obtenir les conditions de confinement
- Economies d'énergie hors activité

● Fonctionnement dégradé

- Isolement d'une zone (incendie)
- Avarie d'un élément du réseau, ouverture d'une porte, émission d'un contaminant, etc.
- Comparaison des solutions envisagées manuellement ou par automatisation (étude paramétrique)
- Etude en régime permanent ou transitoire





Exemples d'utilisations

- Optimisation du réglage site d'un réseau de ventilation -

● Approche rationnelle et rigoureuse

- Pré-calcul des réglages des registres
- Pré-calcul des débits et ΔP à obtenir à chaque étape du réglage

● Plusieurs stratégies possibles

- Approche portes ouvertes ou fermées (installation neuve)
- Portes fermées (réseau existant)

● Principes

- Respecter l'ordre des réglages défini
- Obtenir le débit cible à chaque étape
- Réglage final sur les débits généraux
- Affinement des réglages selon les fuites réelles



Registre à Iris. Image Lindab



Exemples d'utilisations - Modification d'une installation -

● Modification de capacité du réseau

- Comment les nouvelles zones raccordées impactent l'existant ?
- Comment compenser par réglage ou modification ?



● Préparation de l'opération de basculement

- Evènements transitoires pendant un basculement (démarrage moteur, etc.)
- Préparation d'un basculement progressif
- Scénarios d'incidents étudiés pour des réactions plus rapides



Exemples d'utilisations - Etude de la contamination -

● Emission particulaire

- On définit la densité des particules, la distribution granulométrique, le débit source
- Etude du dépôt dans les canalisations (sédimentation, diffusion, impaction, remise en suspension) ou dans les filtres (inertie, interception, diffusion → colmatage)

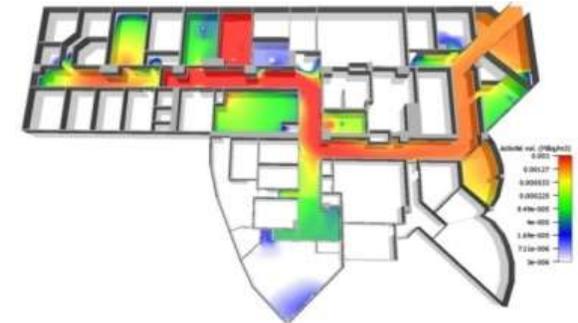


Image CHU Lyon Sud

● Emission gazeuse multi-espèces

- On définit le coef. de diffusion, la fraction massique, le débit source
- Dissémination d'un gaz dans l'installation par le réseau et les fuites
- Gestion des changements de phase et adsorption

- Exemple de projet -

● Bâtiment nucléaire ventilé - 3 niveaux de confinement – Phase EXE

- Secteurs « feu » pouvant être isolés
- Zone de protection du personnel
- Ventilateurs en secours

106	résistances quadratiques,
94	points ou nœuds
30	fuites
22	locaux
18	clapets coupe-feu
10	résistances linéaires (filtres)
4	conditions limites
2	ventilateurs actifs (1 au soufflage et 1 à l'extraction)
2	ventilateurs en secours
2	clapets anti-retour
2	registres d'isolement

● Résultats

- La simulation en régime nominal confirme les hypothèses de réglage initiales.
- Calcul du mode réduit par étude paramétrique. Réduction des débits avec maintien de la pression en zone critique.
- Calcul des modes dégradés. Fermeture des secteurs « feu » par étapes. Solution de ré-équilibre.



- CONCLUSION -

- **Les codes à zones sont des outils robustes et rapides adaptés aux installations ventilées complexes**
- **Potentiel de développer les études pour les SP**
- **Utile pour définir des modes de fonctionnement de la ventilation selon l'activité**
- **Transferts et dépôts de contamination peuvent être calculés**
- **Egalement : Etude incendie relative à la ventilation**



- Nous contacter -



Siège social

27 boulevard des Alpes - 38240 MEYLAN

Tél. : +33 (0)4 76 92 81 00 – Fax : +33 (0)4 76 92 81 09

Laboratoire

628 rue Charles de Gaulle - 38920 CROLLES

Tél. : +33 (0)9 62 12 00 51 – Fax : +33 (0)4 76 92 81 09

Agence Lyon

Immeuble Central Parc - 119 boulevard Stalingrad - 69100 VILLEURBANNE

Tél. : +33 (0)4 78 94 32 02

Agence Sud-Est

2 impasse Georges Besse - ZAC du Castellet - 13115 SAINT PAUL LEZ DURANCE

Tél. : +33 (0)4 42 96 16 40

contact@faure-qei.com
<http://www.faure-qei.com>

