



13^{ème} congrès international du GRUTTEE



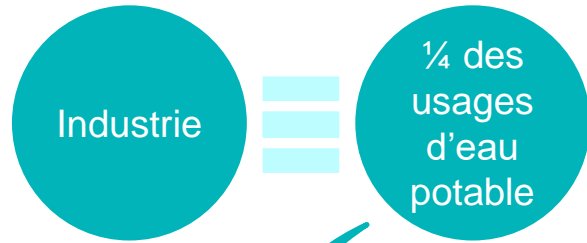
Des Outils pour l'amélioration des performances des usages de l'eau

Tassadit ISSAADI, Mohamed NEHMEH, Valérie LAVASTE, Céline MAYOUSSE

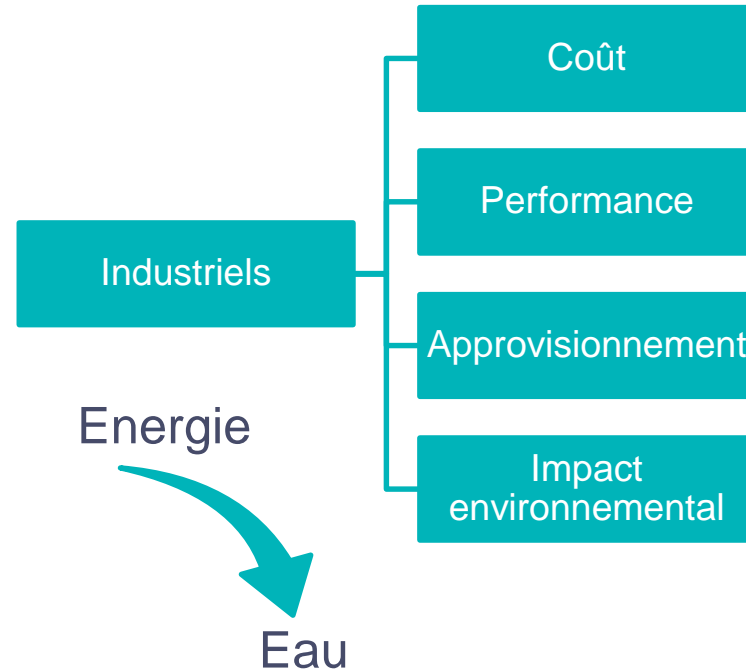
Direction Recherche & Innovation
Programme future of industry
Altran Technologies France

20. 02. 2020

altran



La gestion de la ressource est aux centres des discussions, par rapport aux enjeux environnementaux mondiaux



Le projet SWaG (Smart Water for a Global assessment) vise à développer des outils d'aide à la décision pour permettre aux industriels d'analyser et d'optimiser la gestion de l'eau.

INTRA-USINE

Du développement du jumeau numérique des flux d'eau de la chaîne industrielle à la proposition de solutions de rénovation

Modélisation du réseau d'eau

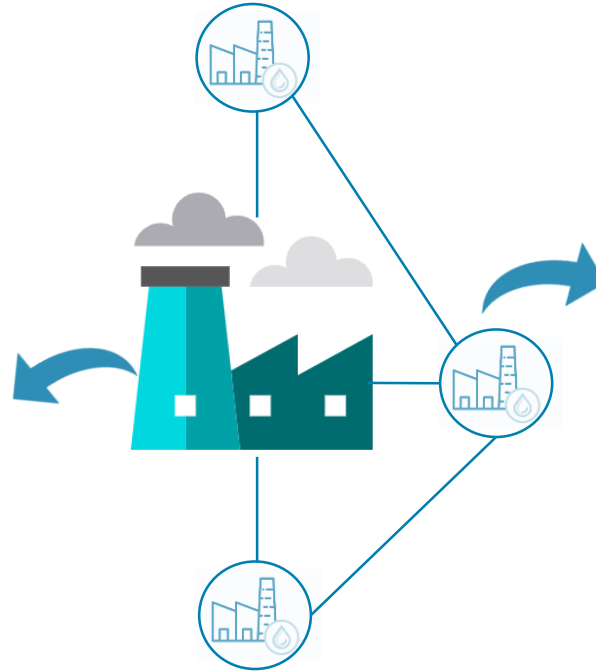
Développer le modèle du flux d'eau intégrant les équipements de l'usine.

Analyse du réseau d'eau

Calculer les indicateurs relatifs à l'eau pour l'identification des points d'améliorations.

Proposition de solutions de rénovation

Simuler et caractériser les différents scénarii de revamping



EXTRA-USINE

Rendre accessible l'information liée au stress hydrique

Prédiction et localisation des épisodes de stress hydriques

Visualisation des données géographiques liées à l'eau

Visualisation des interactions possibles entre entreprises pour optimiser l'utilisation d'eau



Flexible

Pour s'adapter
aux secteurs

Simple

Pour faciliter
son intégration

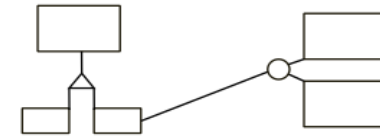
Base de données

- Liste des procédés utilisés dans la gestion de l'eau:
 - Capteurs
 - pompe
 - Vannes
 - ...

- Liste des indicateurs:
 - De qualité de l'eau
 - De performance
 - Sociétaux
 - Economiques
- Réglementations
- Normes

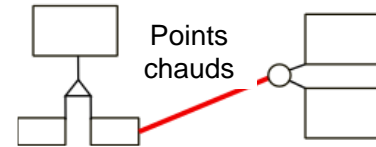
- Solutions d'améliorations
- Solutions de rénovations

Méthode SWaG



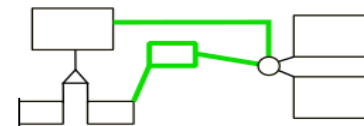
Modélisation

Modélisation du
réseau d'eau



Analyse et simulation

Analyse du réseau
d'eau et identifications
des points chauds



Proposition de rénovation

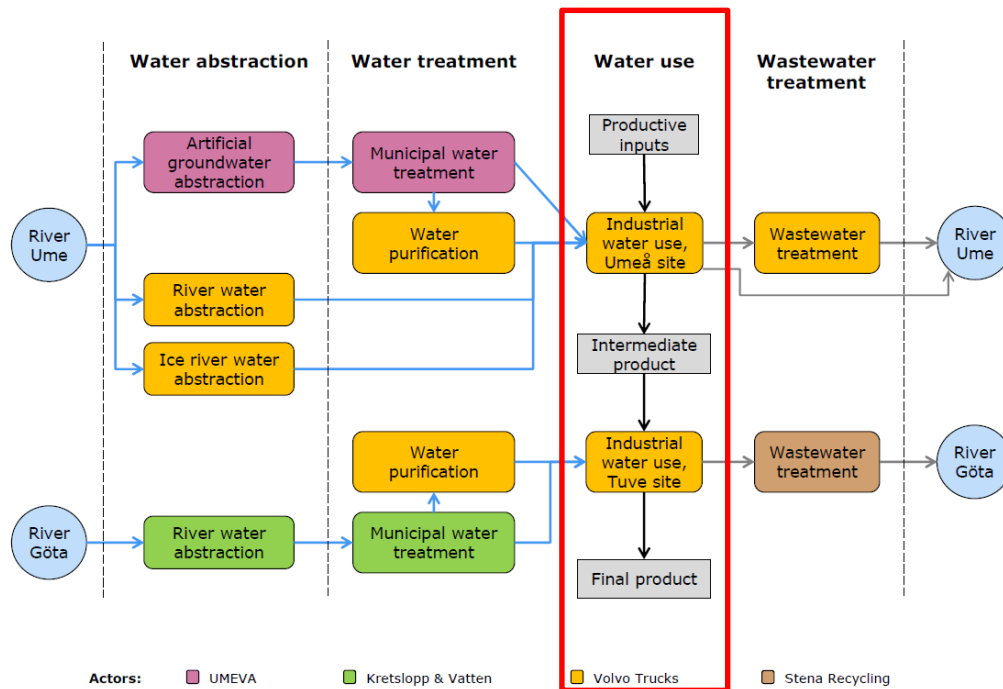
Proposition semi-
automatique de
solutions de
rénovations

Application de la méthode SWaG au cas Volvo Trucks

Projet Européen EcoWater

- Site de Umeå

- Site de Gothenburg



Chaine d'eau du cas d'étude Volvo – Projet EcoWater

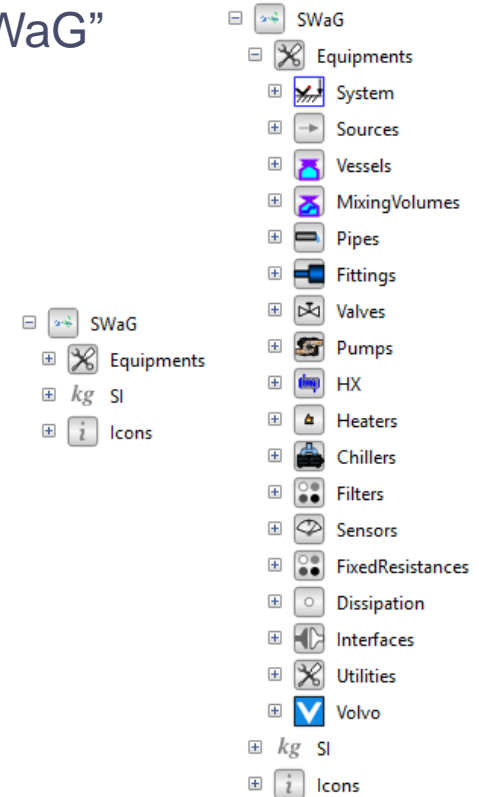
Altran Confidential

Création d'une librairie d'équipements "SWaG"

Librairie construite sous Open Modelica

Librairie basée sur :

- ❖ Les paquets Fluid, Media, et Thermal de la librairie Modelica
- ❖ Divers librairies à accès ouvert: AixLib, libRAS, Annexe60, etc...
- ❖ Modèles mathématiques de fonctionnement des équipements



3 étapes pour modéliser un réseau d'eau

Implémentation

Intégration des formules et des paramètres dans le code

```
model Phosphating
import Modelica.SIunits.Conversions.from_day;
import Modelica.Constants;

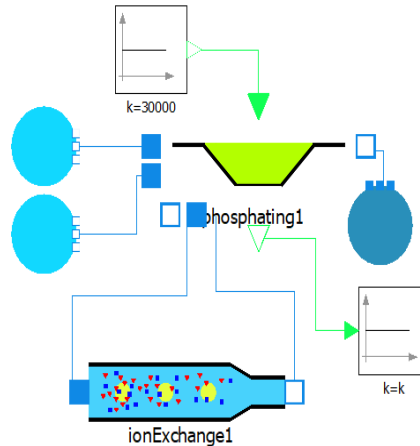
extends SWa.Icons.Phosphating;
extends SWa.Equipments.Volvo.Interfaces.V_PartialTwoPort;
// the partialport is used for PURE water: Inlet (WT) and WW outlet (WWS).
SWa.Equipments.Volvo.Interfaces.V_Fluidport_a_fromRec annotation(
SWa.Equipments.Volvo.Interfaces.V_Fluidport_b_toRec annotation(
SWa.Equipments.Volvo.Interfaces.V_Fluidport_a_toWater_inl annotation(
// Water_inl is a inlet fluid port used as inlet of the Water_inl
SWa.Equipments.Volvo.Interfaces.Cabins_in_C_in annotation(
SWa.Equipments.Volvo.Interfaces.Cabins_out_C_out annotation(

parameter SI.Density d = 1000;
// Water density, used to convert mass to volume and vice versa.
// The following constants depends on the scenario:
parameter Real IR_factor(min = 0, max = 1) = 0;
parameter Real Elec(min = 0, max = 1) = 0;

Real cabins; // variable over the yearly period
// The script defined by the Eco-Water:
SI.Volume W_inl = 0.0073 * cabins;
SI.Volume W_inpure = 0.33 * cabins / (1 - IR_factor);
SI.Volume eva_W = 0.057 * cabins;
SI.Volume WW_Rec = IR_factor * W_inpure;
Real Elec_in(unit = "kWh") = 17 * cabins - WW_Rec * Elec;
Real Heat_in(unit = "kWh") = 38 * cabins;
SI.Mass Zn_inWW = 0.0039 * cabins;
SI.Mass P_inWW = 0.0049 * cabins;
SI.Mass Ni_inWW = 0.0073 * cabins;
SI.Mass Sludge_landfill = 4.1 * cabins;
SI.Mass CP_in = 1.8 * cabins "Chemicals for phosphating";
SI.Mass P_in = P_inWW / 0.1;
SI.Mass Zn_in = Zn_inWW / 0.07;
SI.Mass Ni_in = Ni_inWW / 0.55;
SI.Volume WW_out = W_inl + W_inpure - WW_Rec - eva_W;
```

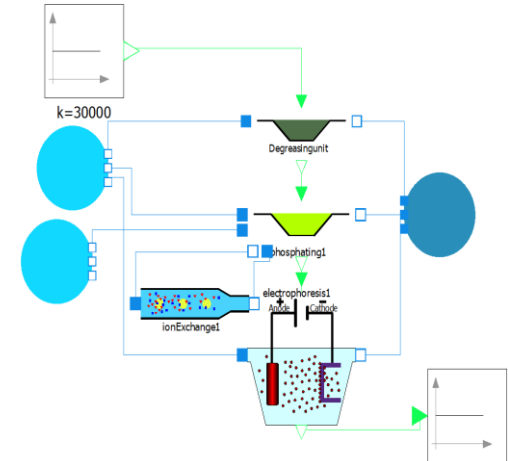
Validation

Test et vérification de l'exactitude des formules et l'absence d'erreur sur le code avant validation



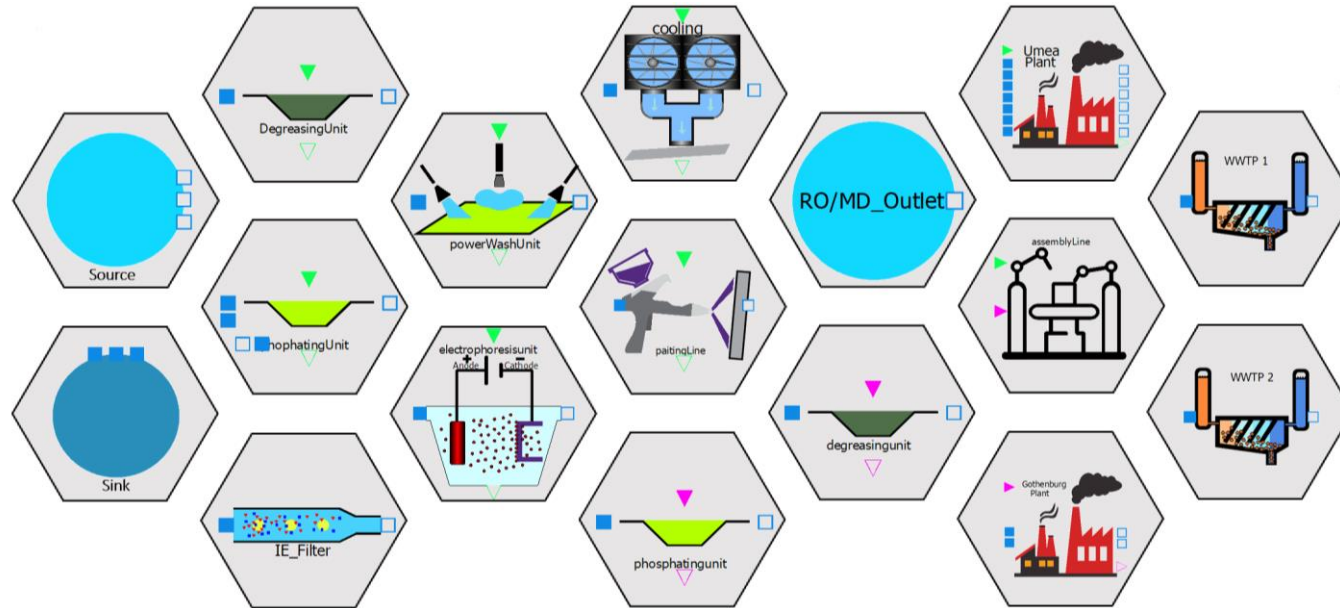
Assemblage

Assemblage des équipements l'un après l'autre



Cas Volvo Trucks

Modélisation individuelle de 15 équipements



Modélisation de la chaine d'Umea Sous Open modelica

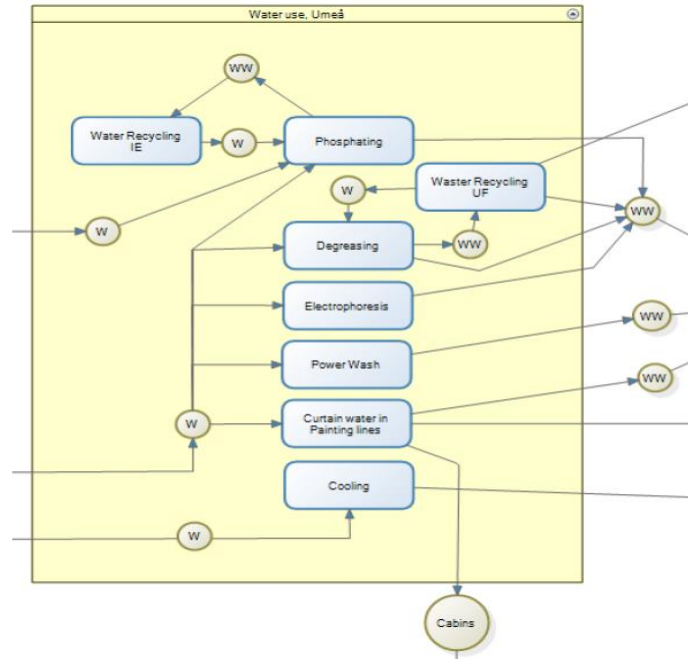
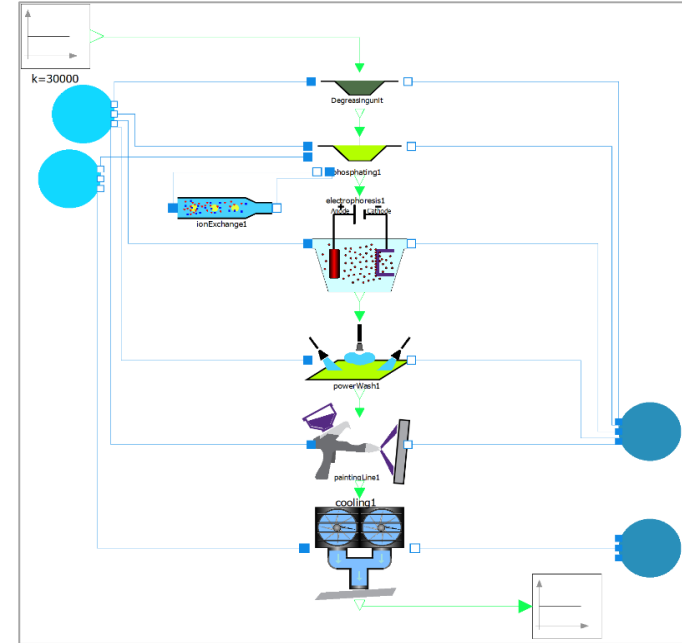


Schéma de process-Umeå – Par EcoWater



Modélisation de la chaine de Umea – Par SWaG

Modélisation de la chaine de Gothenburg Sous Open modelica

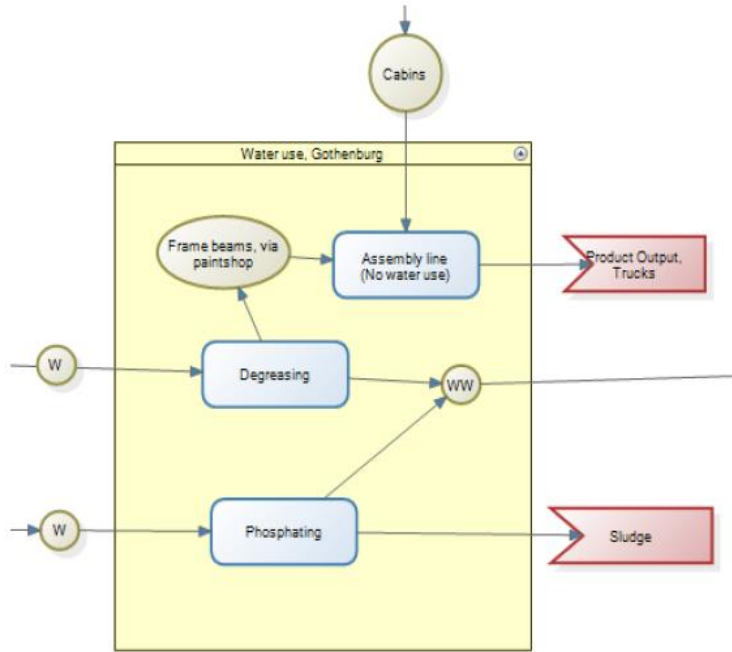
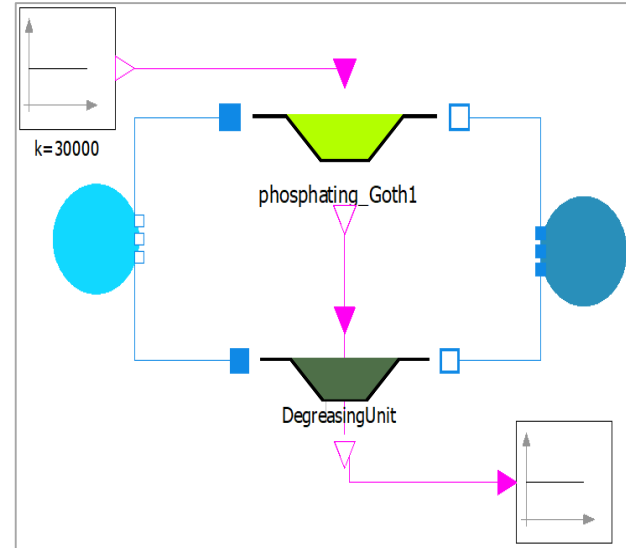
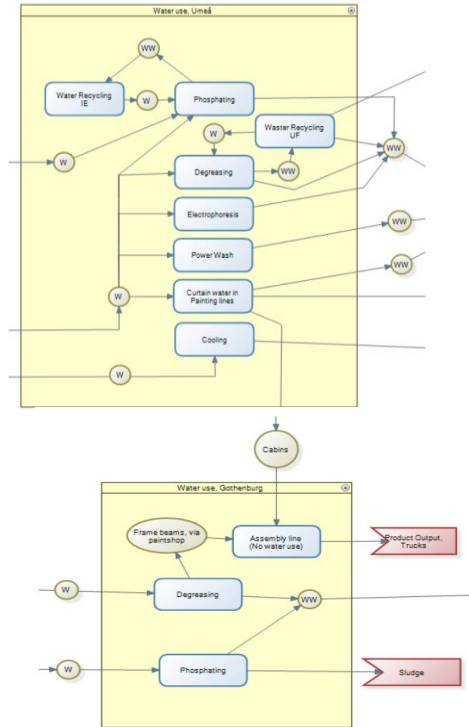


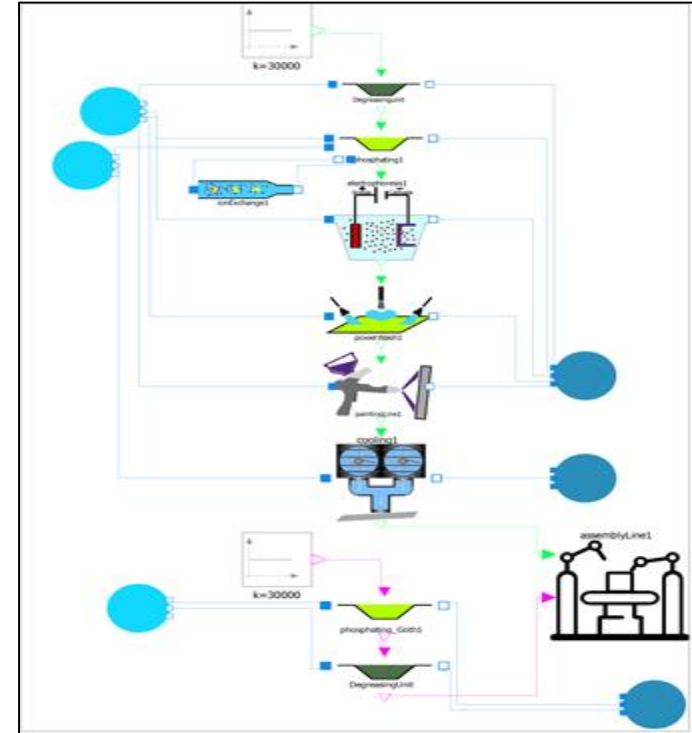
Schéma de process-Gothenburg – Par EcoWater



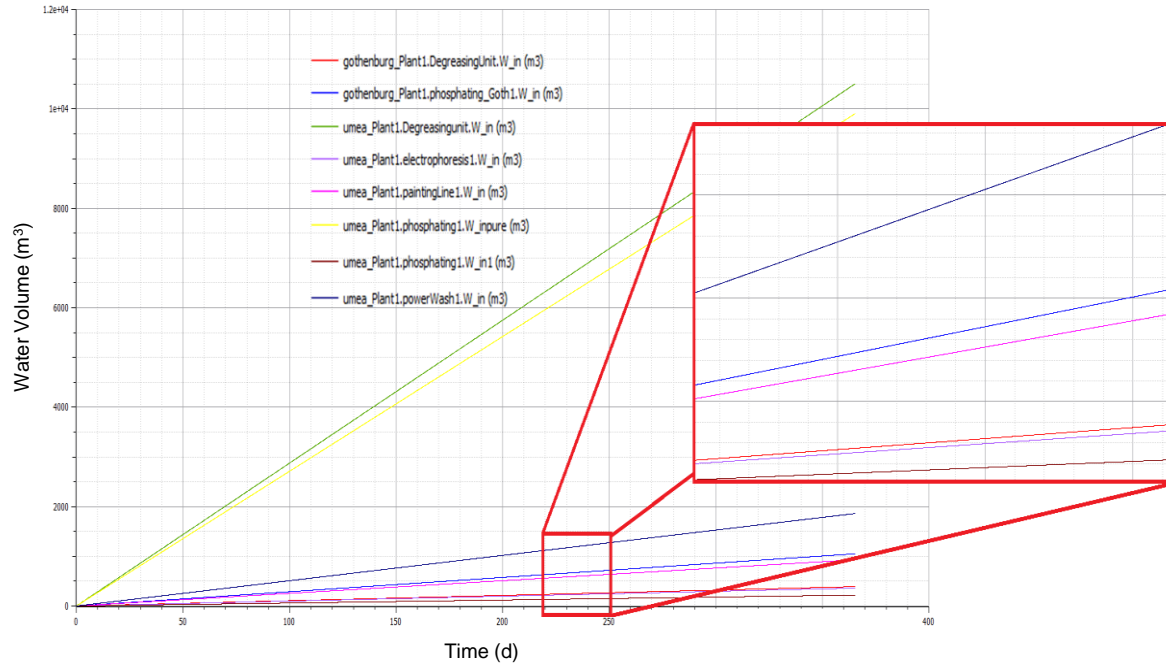
Modélisation de la chaine Gothenburg– Par SWaG



Modélisation du cas d'étude par Eco Water



Modélisation du cas d'étude par SWaG sous Open Modelica



Simulation des besoins en eau sous Open modelica

Comparer la
consommation réelle par
rapport à la
consommation simulée ->
Disfonctionnement des
équipements

- ❑ Modélisation et simulation d'un nouveau cas d'étude avec des données en temps réel (régime dynamique)
- ❑ Intégration des modèles mathématiques spécifiques aux équipements dans la librairie SWaG
- ❑ Intégration de la méthode de l'analyse d'impact dans l'outil open-modelica

Publication : "Enhancing Ecoinnovation Performance: Evidence From a Water Footprint Assessment in the Manufacturing Industry," in *IEEE Transactions on Engineering Management*. G. Romeni et al, <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=8642344&isnumber=4429834>

- ❑ Intégration des solutions de rénovation dans la base de données SWaG
- ❑ Recherche de solutions de rénovation automatique grâce à l'apprentissage par Machine Learning

Merci pour votre attention

Programme
FUTURE OF INDUSTRY

Tassadit ISSAADI HAMITOUCHE
Chef de projet SWaG
1 Impasse Charles Trénet – CS 50351
44 816 Saint-Herblain CEDEX
Tel. : +33 (0)2 51 77 52 04
tassadit.issaadihamitouche@altran.com

Valérie LAVASTE
Responsable Programme 'Future of industry'
Département Recherche
2, rue Paul Dautier
78457 Vélizy-Villacoublay
Mob. : +33 (0)6 07 67 97 76
valerie.lavaste@altran.com

alTRAN