



CENTRALE DE VALORISATION ENERGETIQUE DES DECHETS (WASTE TO ENERGY PLANT)



DL GR01

Le simulateur **DL GR01** vous permet d'étudier le fonctionnement et d'analyser les caractéristiques et les paramètres physiques fondamentaux d'une usine de valorisation énergétique des déchets.

Il se compose d'un panneau qui montre le schéma complet de l'ensemble du système, où se trouve une série de mini consoles qui affichent les valeurs des grandeurs qui caractérisent le fonctionnement du simulateur telles que les masses, les températures, les enthalpies, les puissances, les rendements.

Chaque section du système (four, chaudière, cheminée, turbine, etc.) est caractérisée par la présence d'une mini console pour l'affichage de grandeurs spécifiques, avec la possibilité de faire varier également certains paramètres pour analyser le fonctionnement dans différentes conditions de fonctionnement.

La connexion du Simulateur au PC pour la supervision, l'affichage graphique des quantités d'intérêt, etc., est obtenue via une interface USB spéciale.



GESTION DES DÉCHETS



Le simulateur est accompagné de l'application Windows **DLworkspace** qui fournit un environnement d'enseignement intégré pour l'utilisation du simulateur lui-même.

Cette application précédente rassemble, dans une seule interface graphique, tous les outils nécessaires à l'utilisation du Simulateur:

- le Logiciel de Formation (c'est-à-dire le matériel pédagogique) avec le guide théorique des sujets d'étude, le guide des exercices et les questionnaires,
- les outils de visualisation graphique des grandeurs acquises par le Simulateur.

Il est également possible de connecter le Simulateur à un **Broker MQTT** pour publier toutes les informations avec les techniques de l'Internet des Objets et les afficher à distance sur d'autres ordinateurs.

Il présente les caractéristiques techniques suivantes:

- Panneau synoptique avec schéma de couleurs du système,
- 10 mini- consoles avec écran TFT 2,8 pouces, résolution 240 x 320, et clavier 5 touches,
- Interface USB,
- Application Windows DLworkspace,
- Logiciel de gestion et de traitement graphique,
- Logiciel de formation avec textes, images, vidéos, questionnaires,
- Alimentation 220 Vca $\pm 10\%$, 50 Hz.

Le programme comprend les sujets suivants:

- **Déchets Solides Urbains (DSU/RSU).**
 - ◆ Division en catégories,
 - ◆ Les paramètres fondamentaux,
 - ◆ Calcul des paramètres de l'usine de valorisation énergétique des déchets.
- **Valorisation énergétique des déchets: introduction.**
 - ◆ Le combustible utilisé,
 - ◆ Paramètres caractéristiques.
- **Valorisation énergétique des déchets: combustion.**
 - ◆ Combustion des déchets,
 - ◆ Le four et la chaudière,
 - ◆ Bilans massique et énergétique,
 - ◆ Épuration des fumées.
- **Valorisation énergétique des déchets: production d'énergie.**
 - ◆ Le cycle de Rankine à vapeur,
 - ◆ Le turboalternateur,
 - ◆ L'énergie électrique produite et son rendement,
 - ◆ L'énergie thermique.

Le simulateur dispose de manuels techniques pour la théorie et les exercices.



GESTION DES DÉCHETS

Le simulateur DL GR01

Pour que le simulateur fonctionne, les données caractérisant les **Déchets Solides Urbains (DSU)** à incinérer doivent être fournies en entrée.

Ces données sont:

- pouvoir calorifique,
- humidité relative,
- pourcentage de cendres,
- quantité d'air nécessaire.

Ces informations dépendent du type de déchets générés sur un territoire donné et des pourcentages de collecte sélective.

Pour calculer les paramètres ci-dessus, à partir des données de collecte, **DLworkspace** contient le **calculateur de déchets (Waste Calculator)**.



Waste Calculator											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	K	L	
Municipal Solid Waste:											
Waste type	%	RD %	Out %	CV (ca...)	Ashes %	Umidit...	C	H	O	S	
Organic substance:	30	15	30.00	4200.00	24.10	63.30	38.80	4.20	28.30	0.90	
Plastic:	14	15	14.00	30500....	1.50	4.00	65.60	9.30	17.00	0.20	
Paper:	25	15	25.00	12100....	18.60	15.80	39.20	2.80	37.90	0.90	
Textile:	7	15	7.00	5400.00	12.40	21.00	44.70	5.00	37.00	0.10	
Inerts:	24	15	24.00	0.00	85.00	3.75	9.10	1.10	2.70	0.10	
Totals:	100	0	100.00	8933.00	33.36	25.87	35.94	3.88	23.58	0.55	
Calculator values for the Waste-to-Energy Plant:											
Calorific value:	8933.00	[kJ/kg]									
Umidity:	25.87	[%]									
Ashes:	33.36	[%]									
Air:	5.49	[kg/kg]									

Waste Info

Une fois les pourcentages de collecte des différents types de déchets et les pourcentages de collecte séparée correspondants saisis, le calculateur calcule automatiquement les paramètres MSW (RSU) requis par le Simulateur.



GESTION DES DÉCHETS

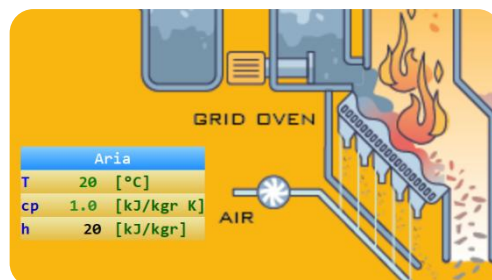


Le Simulateur **DL GR01** devient donc également un outil d'analyse d'un territoire et de vérification de l'influence de la variation de la collecte sélective des déchets sur les paramètres significatifs du processus de destruction thermique.

Les autres sections d'une usine de valorisation énergétique des déchets analysées par le simulateur sont:

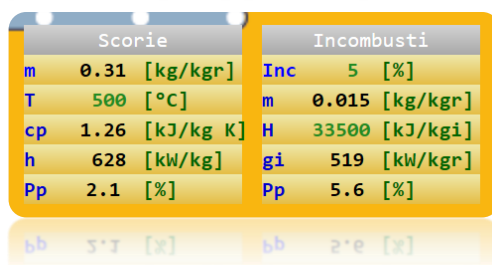
LE FOUR

Dans celui-ci, les déchets sont brûlés, avec l'ajout d'air en quantités égales à celles indiquées dans les paramètres de base.



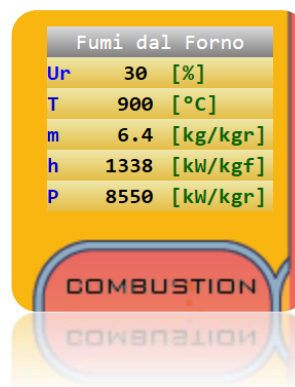
DÉCHETS ET MATÉRIAUX NON BRÛLÉS

Leur masse est calculée et la perte de puissance thermique qui leur est liée est évaluée.



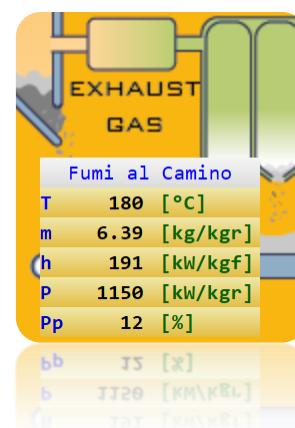
FUMÉES GÉNÉRÉES PAR LE FOUR

Ils contiennent l'énergie thermique produite par la combustion qui sera ensuite transférée au fluide de la chaudière pour générer de la vapeur. Leur masse, leur température et leur enthalpie sont calculées.



FUMÉES DE LA CHEMINÉE

En calculant leur masse et leur énergie perdue.





GESTION DES DÉCHETS



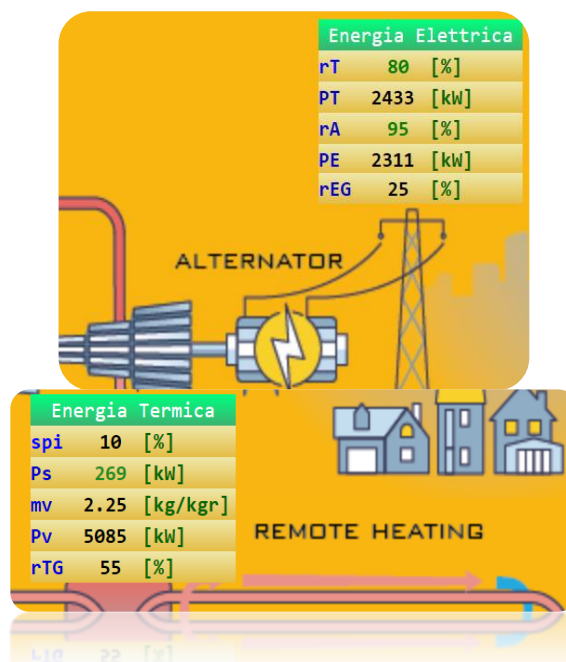
LA CHAUDIÈRE

Là où entre l'eau, qui est chauffée par la puissance thermique des fumées et se transforme en vapeur surchauffée avec sa masse et son énergie thermique.



LE TURBOALTERNATEUR

Il est composé d'une turbine et d'un générateur électrique qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique. La puissance électrique produite est fonction de la puissance thermique de la vapeur et du rendement du générateur. L'énergie thermique de la vapeur peut également être utilisée pour des applications de chauffage à distance (**remote heating**).

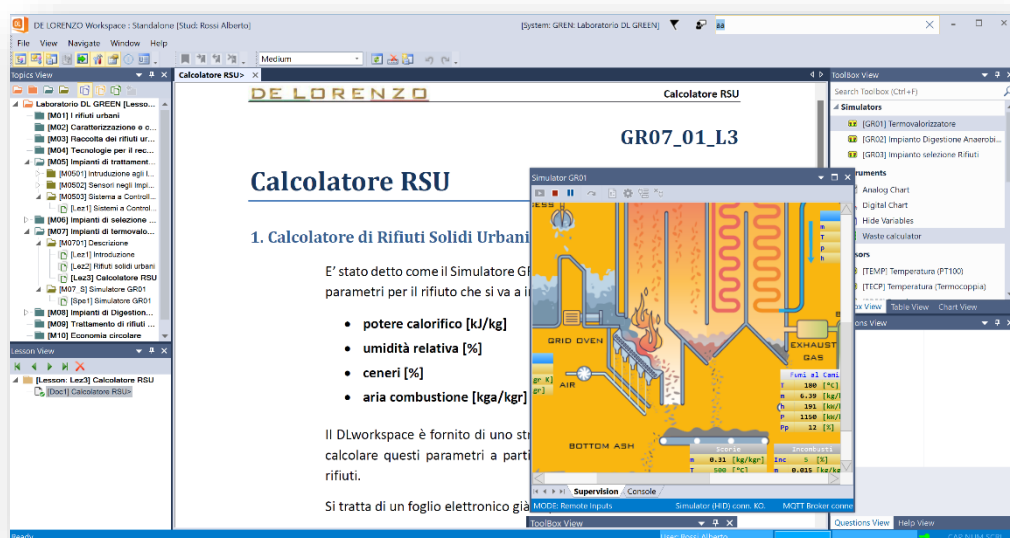




DLworkspace IDE

De Lorenzo Workspace est une application Windows qui fournit un environnement d'apprentissage intégré (IDE) pour la formation. Il rassemble, dans une interface utilisateur graphique unique, tous les outils utiles aux étudiants pour étudier et expérimenter, et aux enseignants pour enseigner et valider les apprentissages.

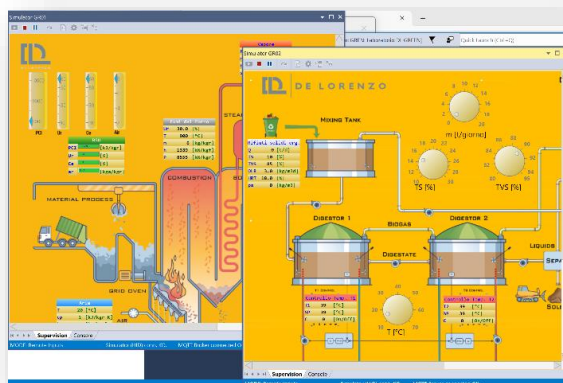
La figure montre un exemple.



Vous remarquerez peut-être:

- la liste des thèmes et des leçons à gauche,
- les pages de cours au centre,
- les outils de supervision, les vidéos et la gestion des réponses aux questions à droite.

Le même environnement abrite également les outils de supervision et de traitement graphique du Simulateur.

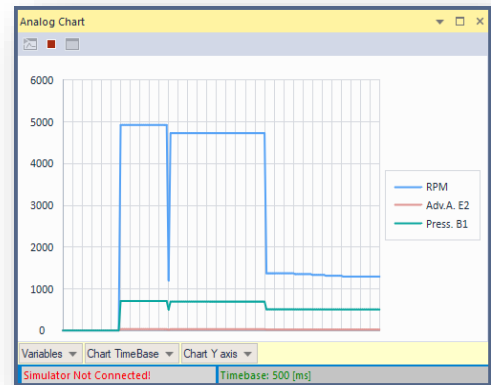




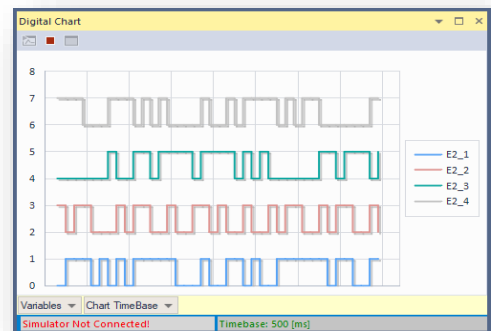
GESTION DES DÉCHETS



Le graphique analogique (**Analog Chart**) vous permet de visualiser la tendance en temps réel des grandeurs analogiques pendant la simulation. Il est possible de sélectionner plusieurs grandeurs simultanément.



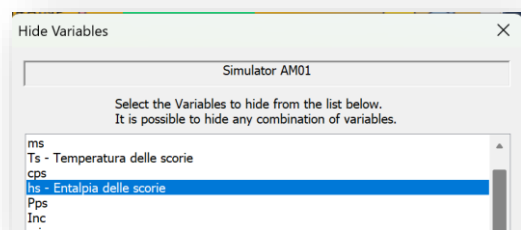
Le graphique numérique (**Digital Chart**) vous permet de visualiser la tendance en temps réel des quantités ON-OFF pendant la simulation.



Questions interactives

L'environnement **DLworkspace** permet à l'enseignant de poser des questions interactives aux élèves pendant la simulation. Il est en effet possible de masquer les valeurs des variables affichées par le simulateur et de demander leur calcul à l'élève.

Une fenêtre spéciale permet à l'enseignant de sélectionner les variables à masquer.



La valeur de la variable n'apparaît plus à l'étudiant sur le simulateur. Il doit la calculer à l'aide de bilans de masse, de bilans énergétiques ou d'autres méthodes selon le type de variable.

Scorie		
m	0.31	[kg/kg _r]
T	500	[°C]
cp	1.26	[kJ/kg K]
h	???	[kW/kg]
Pp	2.1	[%]

De cette façon, il est possible de vérifier directement le niveau d'apprentissage de l'étudiant.



Mise en œuvre du simulateur DL GR01 dans le laboratoire DL GREENLAB

Le simulateur **DL GR01**, ici proposé en mode individuel complet avec son logiciel de gestion, peut être intégré au laboratoire **DL GREENLAB (COURS D'ÉTUDE SUR L'ÉLIMINATION DES DÉCHETS URBAINS)** qui comprend également deux autres simulateurs **DL GR02 (Anaerobic Digestion Plant)** et **DL GR03 (Solid Waste Selection Plant)** dans le but d'avoir un cours approfondi et complet sur les processus d'élimination des déchets urbains.

Concrètement, l'étudiant acquiert une formation complète sur tous les thèmes suivants:

- **La composition des déchets urbains.**
- **Les principaux processus et flux de gestion des déchets urbains.**
- **Les principaux procédés de traitement des déchets urbains.**

Et grâce aux trois simulateurs mentionnés ci-dessus, le laboratoire **DL GREENLAB** permet la reproduction fidèle des usines de traitement des déchets urbains à l'aide d'un outil d'apprentissage **DL WORKSPACE** qui consiste en une plateforme pédagogique multimédia.

Pour des informations plus détaillées, veuillez-vous référer au catalogue **DL GREENLAB**.