



## UNION DES INGENIEURS INDUSTRIELS LIEGEOIS

En abrégé U.I.Lg. - Association Sans But Lucratif - N° d'entreprise 410 657 220  
Association des Ingénieurs diplômés de la Haute Ecole de la Province de Liège –  
Catégorie technique – Master en sciences de l'Ingénieur Industriel  
Quai Gloesener, 6 - 4020 Liège – [info@uilg.be](mailto:info@uilg.be)  
Banque: 001-1516577-58 IBAN : BE95 0011 5165 7758 BIC : GEBABEBB  
[blog.uilg.be](http://blog.uilg.be) [www.linkedin.com/in/uilgasbl](http://www.linkedin.com/in/uilgasbl) [www.facebook.com/uilg.asbl](http://www.facebook.com/uilg.asbl)



# Connect'Ing



PB-PP|B-302192  
BELGIE(N)-BELGIQUE

## DANS CE NUMERO

Mot du Président.....	2
1977-2017 Petite histoire des grands incidents.....	3
Tempête du 25 janvier 1990 .....	3
Assemblée Générale UILg ASBL le 28/03.....	5
Appel à cotisations .....	6
Montant des cotisations 2019 .....	6
Déductibilité sur la déclaration fiscale (charges réelles).....	7
Sudoku .....	11

# MOT DU PRÉSIDENT

Une fois n'est pas coutume dit-on, nous saluons l'initiative de notre collègue Ing. Guy VERRECAS MSC EUR-ING, ALUMNI d'avoir organisé les retrouvailles de la promotion 1977 des diplômés de notre Haute Ecole de la Province de Liège de Seraing - ISIL comme il le cite dans son article. Je vous invite à lire cet article repris dans votre **Connect'Ing. 04/2019** que vous tenez en main avec un peu de retard technique sur le planning prévu.

Il a immortalisé l'évènement par de magnifiques photos également prises sur les lieux le 28 septembre 2019 en soirée. J'invite les autres collègues ALUMNI qui voudraient faire de même à nous communiquer leurs intentions dans ce sens. Ils recevront notre soutien et aide pour réaliser leur rencontre.

Dans la foulée il nous transmet un article technique intéressant que nous publions avec le plus grand plaisir dans le Connect'Ing.. Votre revue laisse la place à ce genre d'initiatives utiles à resserrer les liens entre tous les diplômés et notre Haute Ecole.

Nous invitons les anciens et diplômés à soutenir le conseil d'administration dans ses actions de représentations et de défense des intérêts des Ing. dans la société et auprès des politiques par leur versement de la cotisation 2020.

En ce début d'année scolaire 2019-2020, le conseil d'administration souhaite aux étudiants de l'année académique 2019-2020 une rentrée studieuse en vue de la finalisation de leurs études de Master en Sciences de l'Ingénieur industriel.

Le Conseil d'administration de l'UILg ASBL invite les représentants des membres de l'association des étudiants à venir nous rejoindre lors de nos CA qui se tiennent le troisième lundi de chaque mois au rez de chaussée de la Haute Ecole quai Gloesener 6 à 4020 Liège de 20h00 à 22h00.

Votre **soutien** par tous vos commentaires, remarques et initiatives conforte les membres du Conseil d'administration dans l'accomplissement de leurs actions, tâches ou réalisations. Merci à vous de vous manifester auprès de votre association.

Comme à chaque conclusion, J'invite tous les ALUMNI à réagir et à participer à nos publications, à celles de l'UFIIB et aux informations sur les sites et réseaux de ces associations qui veillent à vos intérêts d'Ingénieur Industriel [www.uilg.be](http://www.uilg.be), [www.ufiib.be](http://www.ufiib.be) et <http://www.ingenieursbelges.be>, faites en vos sites et réseaux de références.

Ing. Gérard LUTHERS MSc EUR-ING  
Président UILg ASBL

## 1977-2017 Petite histoire des grands incidents

et autres événements qui ont impacté la gestion des réseaux et le secteur électrique (Ing. Jean-Jacques Lambin MSc, promotion 1978)

↳ **1990**

**Belgique, 25 janvier**

### Tempête du 25 janvier 1990

Le 25 janvier à 13h30, une tempête d'une violence exceptionnelle provoque des pertes de lignes dans le Nord de la France et des dégâts au poste de Warande, qui entraînent le déclenchement des 5 groupes nucléaires de Gravelines en service et de 2 groupes à Dunkerque (au total, 4630 MW). La fréquence dans le réseau européen chute de 190 mHz.

La tempête arrive en Belgique aux environs de 14h00.

---

Le début des années '90 a été marqué par d'importantes tempêtes, tant en Belgique qu'en France.

---

### 14h14

Déclenchement de la ligne 380.17 Gramme-Tihange 2  
Tihange 2 s'ilote correctement sur ses auxiliaires et, après réparation de la ligne, peut être recouplé au réseau à 20h46.

### 14h44

Déclenchement des 2 ternes 380 et 150 kV de Doel-Zandvliet. 4 pylônes détruits.

### 14h54

Déclenchement des 2 ternes de la ligne 380 kV Breugel-Courcelles-Gramme et déclenchement intempestif de la ligne 380 kV Breugel-Mercator qui peut être remise en service 4 minutes plus tard.

Pendant 4 minutes, la zone de Bruxelles n'est plus alimentée que par des lignes 150 kV dont certaines sont fortement surchargées (150%).

### 15h03

Déclenchement des 2 ternes de la ligne 150 kV Gouy-Oisquercq. La zone de Bruxelles perd ainsi une double interconnexion 150 kV avec le Sud.

### 15h26

Déclenchement de la ligne 150 kV Monceau-Jamiolle qui est le prolongement de Chooz-Jamiolle 220 kV. Le Hainaut perd une autre de ses injections.

Le déclenchement de la ligne 380 kV Gramme-Tihange 2 a un effet secondaire positif, car pour compenser la perte de Tihange 2, le DN (CPTÉ) demande le démarrage de la TG de Drogenbos, qui peut ainsi soutenir la région de Bruxelles lors de la perte des lignes 380 kV.

**En moins d'une heure, le réseau belge perd plusieurs lignes 380 et 150 kV de grande importance.**

Si un écroulement de tension ne s'est pas produit, c'est vraisemblablement dû à une baisse importante de la charge résultant de coupures BT ou MT suite aux déclenchements dans les réseaux MT.

Durant cette tempête qui a duré une heure, 51 pylônes ont été détruits.

Le 28 février 1990, une **nouvelle tempête** détruit de nouveau 8 pylônes en 150 kV, 9 pylônes en 220 kV et cause des dégâts sur plusieurs lignes 70 kV ainsi que dans les réseaux aériens MT.

Durant l'année 1990, la Belgique connaît **5 tempêtes majeures**.

Les pylônes détruits de Doel-Zandvliet sont remplacés par 2 lignes de secours, une disponible en Belgique et l'autre aux Pays-Bas.

Pour renforcer l'alimentation de la zone de Bruxelles, la seconde ligne Bruegel-Mercator encore en construction est mise en service d'urgence avec des protections provisoires.

Pendant les incidents, plusieurs réenclenchements manuels ont lieu sur les lignes Bruegel-Courcelles, des réenclenchements sur défauts, puisque des pylônes sont détruits. Il n'y a heureusement pas de blessés, mais ceci conduit à **la révision des règles concernant les réenclenchements manuels**, autorisant un seul réenclenchement, dans les 3 minutes.

### Application d'une nouvelle norme pour la construction des pylônes

L'ancienne norme prévoyait que les pylônes répondent à la norme 1Qb, c'est-à-dire résistent à des vents de +/-140 km/h. La nouvelle norme prévoit que les **nouveaux pylônes répondent à 2Qb**, c'est à dire des vents de 160 km/h. Certains pylônes existants sont qualifiés de « critiques » et sont renforcés à la norme 2Qb.

---

Les tempêtes qui ont marqué les années '90 et causé d'importants dégâts au réseau ont conduit au renforcement significatif des normes de tenue au vent pour les pylônes.

---

## ASSEMBLÉE GÉNÉRALE UILG ASBL LE 28/03/2020

La date de la prochaine A.G. de votre association est connue, bloquez déjà votre agenda pour le **samedi 28 mars 2020 de 10h à 13h**. L'ordre du jour suivra dans la prochaine édition de votre Connect'Ing. 01/2020

## APPEL À COTISATIONS

L' **UiLg** (Union des Ingénieurs Industriel Liégeois Asbl) est une asbl qui a son siège dans le bâtiment de l'Institut au quai Gloesener est l'association des diplômés Ing. issus de la HEPL.

Quelles sont ses missions ?

Une seule, mais qui peut être déclinée de nombreuses façons, dans de nombreux endroits et face à des personnes souvent difficiles à convaincre.

La défense : du TITRE INGENIEUR INDUSTRIEL

et du GRADE MASTER EN SCIENCE DE L'INGENIEUR INDUSTRIEL

Attaché à chaque institut où l'on forme des *Ing.*, il existe une association identique à la nôtre. Toutes ces associations sont regroupées pour former l'  (Union fédérale des Associations d'Ingénieurs Industriel de Belgique) ; L'UFIIB est un groupe de pression important et très utile pour défendre nos intérêts, c.à.d. les vôtres, face à la classe politique, face aux employeurs et aussi face au lobbying des ingénieurs civils.

Pour assumer cette mission, nous vous demandons de vous acquitter d'une modeste cotisation

### Montant des cotisations 2019

La cotisation s'élève à 40,00€

Une réduction s'applique :

- aux pensionnés et demandeurs d'emploi : 20,00€.
- aux nouveaux diplômés : gratuit l'année d'obtention du diplôme (promotion 2020)
- 10,00€ la 1<sup>ère</sup> année (promotion 2019)
- 20,00€ la 2<sup>ème</sup> année (promotion 2018)

Si sur l'étiquette de votre Connect'Ing, votre nom est suivi d'un astérisque (\*), alors vous êtes en ordre de cotisation pour l'année en cours 2020.

Exemple : ALBERT DUPONT \*  
TROU PERDU, 25  
1234 OUTSIPOLOU est en ordre de cotisation.

### Déductibilité sur la déclaration fiscale (charges réelles)

Pour recevoir une attestation de cotisation de votre association professionnelle (U.I.Lg.), il vous suffit de nous en faire la demande par mail à l'adresse [info@uilg.be](mailto:info@uilg.be) en mentionnant vos coordonnées. Vous recevrez en retour l'attestation nominative de votre adhésion.

Handtekening(en) Signature(s)		OVERSCHRIJVINGSOPDRACHT ORDRE DE VIREMENT	
Bij invulling met de hand, één HOOFDLETTER of cijfer in zwart (of blauw) per vakje Si complété à la main, n'indiquer qu'une seule MAJUSCULE ou un seul chiffre noir (ou bleu) par case			
Gewenste uitvoeringsdatum in de toekomst / Date d'exécution souhaitée dans le futur		Bedrag / Montant	EUR CENT
<input type="text"/>		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rekening opdrachtgever (IBAN) Compte donneur d'ordre (IBAN)	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Naam en adres opdrachtgever Nom et adresse donneur d'ordre	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Rekening begunstigde (IBAN) Compte bénéficiaire (IBAN)	B E 9 5 0 0 1 1 5 1 6 5 7 7 5 8	<input type="text"/>	<input type="text"/>
BIC begunstigde BIC bénéficiaire	G E B A B E B B	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Naam en adres begunstigde Nom et adresse bénéficiaire	U I L G A S B L Q U A I G L O E S E N E R 6 4 0 2 0 L I E G E	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Mededeling Communication	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>



## Discours d'accueil.

Bonsoir,

Je suis très heureux de vous accueillir toutes et tous dans cet endroit chaleureux et qui je l'espère, vous permettra de déguster un repas à la hauteur de nos ambitions. En compilant dans un tableau Excel les retours d'informations des participants à nos retrouvailles, je me suis rendu compte qu'il existait une certaine analogie entre la majorité des invités. A partir de Jean-Marie et Micheline, suivi par Jean-Pierre et Marie-Thérèse, J-P et Monique, Jacques et Marcelle, Angelo et Rose-Marie, Sylvano et Martine, en fin, moi-même et Marleen, il y a quoi en commun ?.....

Un M commun à tous ces prénoms féminins....

Soit 7/12 M commun à tous les prénoms de nos amoureuses, de quoi pour les électriciens de constater : un M retourné est un W qui nous fait penser à « Waves » comme ce lien entre nos **études et nos carrières.... avec « electromagnetic fields and waves »**

Bon appétit à toutes et tous.

- En tant qu'administrateur chez HesBEnergie, société coopérative développant les énergies renouvelables, j'ai également distribué un folio d'informations et fait une demande de participations en tant que coopérateur actif. <https://hesbenergie.be/>

- Pour compléter notre rapport direct à la science, et puisque notre formation nous a permis d'apprendre à apprendre, un petit rappel théorique sur l'énergie électrique et les éoliennes a été communiqué.

## Calcul des courts-circuits non équilibrés avec la méthode de Fortescue et alternateurs synchrones.

### Histoire

En 1918, Charles Legeyt Fortescue présente une publication qui démontre qu'un ensemble de N phaseurs déséquilibrés peut être décomposé comme la somme de N systèmes de phaseurs équilibrés pour le peu que N soit un nombre premier.

Si le nombre de phases n'était pas premier, l'inductance mutuelle entre les n systèmes de phaseurs serait perturbatrice.

La méthode a été employée en premier par les ingénieurs des sociétés [General Electric](#) et [Westinghouse](#). Elle est universellement utilisée depuis la Deuxième Guerre mondiale.

Un phaseur est une représentation d'une fonction sinusoïdale dans laquelle l'amplitude (A), la phase ( $\theta$ ) et la pulsation ( $\omega$ ) ne dépendent pas du temps. Euler nous indique que :

$$\cos x = e^{ix}/2 + e^{-ix}/2 \quad \text{et donc} \quad A \cdot \cos(\omega t + \theta) = A/2 \cdot e^{j(\omega t + \theta)} + A/2 \cdot e^{-j(\omega t + \theta)}$$

Un phaseur correspond à cette façon d'écrire un nombre complexe sous la forme exponentielle.

### Principe

Pour rappel, chacun des vecteurs du système triphasé déséquilibré est égal à la somme vectorielle des composantes homologues des 3 systèmes équilibrés. Comme pour l'opérateur  $j \equiv (i = \sqrt{-1})$  qui donne à un vecteur une avance de phase de  $90^\circ$ , l'opérateur  $a$  provoque une rotation positive de  $120^\circ$ . Avec  $a^3 = 1$  et  $a + a^2 + 1 = 0$

Dans un système polyphasé symétrique de n phases,  $a, a^1, a^2, a^3, \dots, a^{n-1}$  sont les racines de l'équation  $x^n - 1 = 0$ . Ces racines peuvent être complexes.

Dans ce cas,  $a + a^2 + a^3 + \dots + a^{n-1} = 0$  et l'opérateur  $a$  provoque une rotation positive de  $2\pi/n$ . Les phaseurs (direct, inverse et homopolaire) ont tous la même fréquence.

### Exemples d'application.

- Dans le cas le + souvent rencontré dans les réseaux industriels, le réseau TN(C ou S) est utilisé. Le transformateur MT/BT est alors du type Dyn11, le neutre étant relié à la terre.

Les 3 impédances symétriques totalisées du réseau en amont du Icc,  $Z_d, Z_i$  et  $Z_o$  ont la même valeur.

La somme vectorielle des composantes des courants symétriques correspondantes permet alors de déterminer le  $I_{cc}$  minimum qui réglera le seuil du disjoncteur de protection.

Soit pour le  $I_{c2} = \sqrt{3} \cdot E / (Z_d + Z_i)$

- Dans le cas des éoliennes, les générateurs synchrones polyphasés permettent une densité d'énergie (rapport P/V) élevée.

L'alternateur d'excitation est monté sur le rotor du principal et via un redresseur, permet de créer le champ continu important dans l'inducteur du générateur synchrone.

Les générateurs peuvent être équipés de 2 induits triphasés complètement indépendant ou d'un induit polyphasé. L'électronique à thyristors permet l'adaptation parfaite au réseau de puissance local. Dans le cas d'un système polyphasé à 7 (nombre premier) phases, les vecteurs sont repérés comme suit :

Source : <http://www.energyscienceforum.com/files/fortescue/methodofsymmetrical.pdf>

*Definition.* A multiple-angle symmetrical polyphase system of vectors is defined as one in which the vectors are numbered not consecutively, but skipping a certain number of vectors. Thus, Fig. 8 represents a triple-angle seven-phase clockwise system, because three angles are comprised between phase 1 and phase 2, and also between phase 2 and 3, etc. Such a generalization of the concept of polyphase systems is useful when the number of phases and the number of angles skipped are **prime numbers**, so that all the phases may be numbered consecutively, without omitting or repeating any. If the total number of phases  $n$  is a **prime number**, then the total number of possible combinations or multiple systems is  $(n - 1)$ , the angles between the consecutive

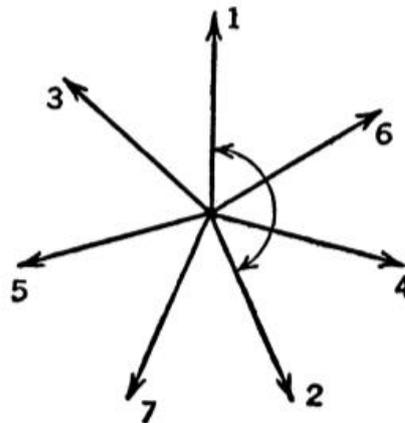


FIG. 8—A TRIPLE-ANGLE SEVEN-PHASE SYMMETRICAL SYSTEM

phases being  $\frac{2\pi}{n}$ ,  $2 \times \frac{2\pi}{n}$ , . . .  $(n - 1) \frac{2\pi}{n}$ . It is

assumed that the numbering in *all* the systems is either clockwise or counter-clockwise, so that there is no confusion between a positive and a negative phase sequence.

**Eur Ing Guy Verrecas**

# SUDOKU

		5		7	3			1
8			2	6		9		4
3			9	8				
	6					8		
4	7		5	1	8		6	2
		8					5	
				2	6			8
7		6		9	4			3
9			1	5		4		

<http://www.e-sudoku.fr>

n° 13034 - Niveau Facile

					8			6
	3	4	6	5		2		
			1	4	2			
1	6							9
		5		8		7		
2							3	4
			4	1	5			
		3		6	9	5	2	
9			8					

<http://www.e-sudoku.fr>

n° 218522 - Niveau Moyen

			5	2				9
6				1			8	
	9					1		
3			1			9	5	
5	6						1	4
	1	4			7			3
		6					2	
	8			7				5
9				3	5			

<http://www.e-sudoku.fr>

n° 314780 - Niveau Difficile

2		4				7	6	
8		3		4				
		1	8					
					7	6		5
			6		5			
1		6	9					
					8	2		
				3		5		7
	2	9				3		6

<http://www.e-sudoku.fr>

n° 43687 - Niveau Diabolique

Jouez sur votre mobile ces grilles de sudoku et retrouvez leur solutions en flashant les codes ci-dessous :

n° 13034



n° 218522



n° 314780



n° 43687



# UNION DES INGENIEURS INDUSTRIELS LIEGEOIS

L'**U.I.Lg.** a pour objectif l'épanouissement professionnel de ses membres.

Elle manifeste la volonté permanente d'intégrer harmonieusement ceux-ci dans le cadre le plus large de l'intérêt public, du soutien et du développement de l'économie régionale et nationale.



Pour réaliser  
ses objectifs,  
l'**U.I.Lg** mène ses  
actions à  
divers niveaux :

## UNION DES INGENIEURS INDUSTRIELS LIEGEOIS

Association Sans But Lucratif  
N° d'entreprise 410 657 220

Quai Gloesener, 6 - 4020 Liège

Tél.: 04/344 63 46

Banque : 001-1516577-58

IBAN : BE95 0011 5165 7758

BIC : GEBABEBB

<http://www.uilg.be>

E-mail : [info@uilg.be](mailto:info@uilg.be)



**UFIIB**

## LOCAL :

Le Conseil d'Administration de l'**U.I.Lg.** organise et gère l'Association :

- Réunion mensuelle du C.A. ;
- Organisation de l'Assemblée Générale Annuelle ;
- Publication du bulletin d'information Connect'Ing.

L'**U.I.Lg.** est présente et active dans les murs de la H.E.P.L. et particulièrement proche de l'**I.S.I.L.**, des étudiants et de son centre de recherche.

## NATIONAL :

L'**U.I.Lg.** participe avec son délégué et un suppléant à l'Union Fédérale des Associations d'Ingénieurs Industriels de Belgique (U.F.I.I.B.).

Cette Fédération regroupe toutes les Associations francophones d'Ingénieurs Industriels – Ing. MSc - Master en Sciences de l'ingénieur industriel.

## INTERNATIONAL :

L'**U.F.I.I.B.** représente et défend les intérêts des ingénieurs industriels belges au sein de la **FEANI**. (Fédération Européenne des Associations Nationales d'Ingénieurs).



FEANI the voice of Europe's engineers