

Plan d'études de l'école professionnelle : Installateur/trice solaire CFC

Année d'apprentissage / trimestre	N°	Thème d'apprentissage	DCO	CO	Nbre de leçons
2 ^e année d'apprentissage / 1 ^{er} trimestre	5	Évaluation des supports	DCO b	b.5	20*
2 ^e année d'apprentissage / 1 ^{er} trimestre	6	Installations solaires sur les toits plats	DCO c	c.1, c.4	20*
2 ^e année d'apprentissage / 2 ^e et 3 ^e trimestre	7	Installations solaires sur des toitures inclinées	DCO c	c.2, c.4	40*
2 ^e année d'apprentissage / 2 ^e et 3 ^e trimestre	8	Préparation du travail	DCO b	b.1, b.2, b.3, b.4	40*
2 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	9	Installations solaires spéciales	DCO c	c.3, c.4	30*
2 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	10	Acheminement des câbles DC	DCO c	c.4	10*

* y compris AIA (apprentissage individuel accompagné)

Année d'apprentissage / trimestre	N°	Thème d'apprentissage	DCO	CO	Nbre de leçons
3 ^e année d'apprentissage / 1 ^{er} trimestre	11	Installations DC	DCO c	c.4, c.5	34*
3 ^e année d'apprentissage / 1 ^{er} trimestre	12	Acheminement des câbles AC et DC	DCO c	c.4	28*
3 ^e année d'apprentissage / 2 ^e et 3 ^e trimestre	13	Contrôle visuel	DCO d	d.1	8*
3 ^e année d'apprentissage / 2 ^e et 3 ^e trimestre	14	Mise en service de l'onduleur	DCO c	c.4, c.6	38*
3 ^e année d'apprentissage / 4 ^{ème} trimestre	15	Pannes lors de la mise en service	DCO d	d.2, d.3	24*
3 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	16	Démontage des installations solaires	DCO d	d.3	8*
3 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	17	Approfondissement AC et DC, autoconsommation	DCO c	c.4, c.5	24*
3 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	18	Entretien des installations solaires	DCO d	d.1, d.2	20*
3 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	19	Projet	DCO c	c.1 – c.6	64*
3 ^e année d'apprentissage / 4 ^e trimestre	20	Paramétrages et mesures	DCO c	c.6	32*

* y compris AIA (apprentissage individuel accompagné)

Thème d'apprentissage 5 : Évaluation des supports		
2^e année d'apprentissage / 1^{er} trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : b. Planification et préparation du montage et de la mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : b.3 Planifier les raccords et coordonner les synergies entre les travaux sur les installations solaires et les travaux d'autres professions b.5 Evaluer le support en vue du montage et de la mise en place des installations solaires et le valider	Nombre de leçons : 20 dont 3 AIA

Situation de travail
<p>Une installation solaire doit être montée sur le toit plat d'une maison individuelle située sur le Plateau suisse (année de construction 1978). Afin de garantir la longévité mais aussi d'exclure tout risque en matière de sécurité et de responsabilité, la structure et l'état du toit doivent être relevés avant le montage d'installations solaires. Il faut également évaluer les contraintes liées aux installations solaires, au vent et à la neige.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Tu détermènes les différentes couches des toits en pente, des toits plats et des façades et tu évalues les coordinations et les transitions pour le montage d'installations solaires (C6) (b.3.1-b.3.3) - Tu analyses la compatibilité de différents supports et structures porteuses sur les toits en pente, les toits plats ainsi que sur les façades pour le montage d'une installation solaire (C4) (b.5.1, b.5.2) - Tu cites les différentes forces qui agissent sur une installation solaire, évalues leurs effets pour différents emplacements et effectues des calculs simples (C4) (b.5.3)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	05.00 Entrée en matière	<u>1</u>
<p>b.3.1 Déterminer les différentes couches de l'enveloppe du bâtiment et montrer leur fonction (C4)</p> <p>b.3.2 Evaluer les synergies et les raccords (C6)</p> <p>b.3.3 Identifier les problèmes de coordinations et de raccords et décrire les mesures à prendre (C4)</p>	<p>05.01 Constructions</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure d'un toit en pente : structure porteuse, supports de pose, pare-vapeur, isolation thermique, sous-couverture, niveau de ventilation, couverture. • Evaluer différentes structures de toitures inclinées pour le montage d'installations solaires : construction de toiture non isolée ou isolée (coordinations, transitions), problèmes (toiture trop peu isolée, matériau de couverture existant ayant atteint sa durée de vie) et mesures (rénovation de la toiture, remplacement du matériau de couverture existant). • Structure d'un toit plat : structure porteuse, support de pose, pare-vapeur, isolation thermique, étanchéité, couche de protection et d'utilisation. • Évaluer les différentes structures de toitures plates pour le montage d'installations solaires : Toiture chaude, toiture inversée ou toiture ventilée (coordinations, transitions), problèmes (toiture trop peu isolée, étanchéité existante ayant atteint sa durée de vie, calcul statique ne permettant pas l'installation de panneaux solaires) et mesures (rénovation de la toiture, remplacement de l'étanchéité existante). • Structure et exigences des façades : Structure porteuse, support de pose, pare-vapeur, isolation thermique, papier brise-vent, ventilation et structure porteuse ainsi que revêtement. • Évaluer les différentes structures de façades pour le montage d'installations solaires : Façade compacte ou ventilée (coordinations, transitions), problèmes (structure de façade trop peu isolée, revêtement ayant atteint sa durée de vie, protection incendie insuffisante) et mesures (rénovation de la façade, remplacement du revêtement existant, mesures de protection incendie). 	<u>6</u>

<p>b.5.1 Contrôler les structures porteuses, les supports ou les supports de fixation en fonction des exigences et des espérances de vie pour le montage d'installations solaires (C4)</p> <p>b.5.2 Identifier les défauts évidents et décrire leurs conséquences (C4)</p>	<p>05.02 Supports</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de différents supports quant à leur compatibilité avec le montage d'une installation solaire. • Installation sur toiture : évaluation de différents matériaux de couverture (tuiles en terre cuite, tuiles en béton, ardoises, plaques d'éternit ondulé) selon les exigences de la norme SIA 232/1 et en fonction des espérances de vie. • Installations intégrées à la toiture : évaluation de différentes sous-couvertures (feuilles de sous-toiture, panneaux de fibres de bois et plaques de fibrociment) selon les exigences de la SIA 232/1) ainsi qu'en termes d'espérance de vie. • Toitures plates : évaluation de différents matériaux d'étanchéité (EPDM, membranes synthétiques ou étanchéités bitumineuses) et de couches de protection et d'utilisation (végétalisation extensive ou intensive ou toitures plates praticables) selon les exigences de la SIA 271 ainsi qu'en termes d'espérance de vie. • Installation sur les façades : Évaluation de différentes structures telles que les façades compactes ou ventilées selon les exigences de la SIA 232/2 ainsi que l'espérance de vie (en plus des lés de façades et des papiers-vent) • Préparation du lieu de travail ou de stockage sur des parties existantes de l'enveloppe du bâtiment (protection des couches d'étanchéité sur le toit plat ainsi que des matériaux de couverture sur le toit en pente) 	<p>6</p>
<p>b.5.3 Analyser les forces agissantes (C4)</p>	<p>05.03 Effets</p> <ul style="list-style-type: none"> • Action des charges de neige sur le toit selon SIA 261 Actions sur les structures porteuses et directives Dispositif de retenue de la neige • Exigences relatives à la sous-construction selon l'emplacement de l'installation (vallée ou région de montagne) • Estimer l'effet en cas de charge unilatérale du toit lors du glissement de la neige sur un côté du toit. • Connaître l'effet des forces du vent (aspiration et pression) sur le toit et les façades selon SIA 261 Actions sur les structures porteuses • Calculs simples à l'aide de la carte des charges de vent • Exigences relatives à la sous-construction sur le toit en pente • Exigences et lestage sur le toit plat et calculs simples • Exigences relatives à la sous-construction sur les façades 	<p>4</p>
<p>AIA</p>		<p>3</p>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Montage solaire, Enveloppe du bâtiment Suisse, p. 21-27 • Installations photovoltaïques, Christof Bucher, p. 287 • Extraits des normes SIA 232, 261, 271 • Directives sur les dispositifs de retenue de la neige EB Suisse 	

Thème d'apprentissage 6 : Installations solaires sur les toits plats		
2^e année d'apprentissage / 1^{er} trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.1 Monter des installations solaires sur des toitures plates	Nombre de leçons : 20 dont 3 AIA

Situation de travail
<p>Situation 1 : une installation solaire doit être montée sur l'annexe d'une maison individuelle existante. La maison individuelle se trouve dans une région montagnaise et a été construite en 1945. L'extension a été réalisée avec un toit plat en 2010. Le toit plat a une superficie de 60m² et est construit sur le côté ouest du bâtiment existant. Il est recouvert de gravier. Le contrôle du toit a déjà été effectué, de sorte que le montage de l'installation peut commencer.</p> <p>Situation 2 : dans un nouveau lotissement de cinq maisons individuelles, une installation solaire doit être montée sur les toits plats, avec des panneaux bifaciaux à la verticale, afin de pouvoir utiliser l'électricité hivernale de manière plus optimale. Les maisons sont prévues sur deux étages. Les toitures ont une surface de 180m² chacune et sont orientées vers le sud. Les toits plats seront recouverts d'un substrat et d'une végétation.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Tu décris différents types de modules, systèmes de pose, ballasts et composants de système pour toits plats et compares leur compatibilité (C5) (c.1.1, c.1.2, c.1.6) - Tu évalues l'orientation et dessines des dispositions de modules sur des toits plats (K6) (c.1.5) - Tu calcules des poids de lestage simples avec différents matériaux et évalues la mise en œuvre selon les normes en vigueur (K6) (c.1.3) - Tu décris la problématique des toits plats végétalisés en relation avec les installations solaires (C2) (c.1.2, c.1.6) - Tu détermines quel système de sécurité (« protection antichute » ou « garde-corps/protection latérale permanents ») doit être utilisé (C5) (c.1.6) - Tu détermines, conformément aux normes en vigueur, la pénétration correcte du toit pour l'acheminement des câbles et tu la dessines correctement (C5) (c.1.3, c.4.4)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	06.00 Entrée en matière	<u>1</u>
<p>c.1.1 Décrire les propriétés et les modes de fonctionnement des différents systèmes de pose et des modules sur les toits plats (C2)</p> <p>c.1.2 Comparer la compatibilité de différentes installations solaires pour toits plats avec différents types de supports (C4)</p> <p>c.1.5 Evaluer la disposition des modules sur les toits plats (C6)</p> <p>c.1.6 Décrire et comparer l'utilisation et la disposition des composants du système sur les toits plats (C4)</p>	<p>Situation 1 :</p> <p>06.01 Orientation est-ouest</p> <ul style="list-style-type: none"> • Structure et principe de fonctionnement des cellules solaires : Cellules au silicium (mono/polycristallines), cellules en couches minces • Panneaux solaires : Structure/fabrication, verre solaire, raccords, formes de construction (encadré/sans cadre verre-verre), formats, avantages/inconvénients • Éléments d'une installation solaire sur le toit : boîte de jonction du générateur, protection contre les surtensions, onduleur de module (composants du système) • Installations solaires orientation est-ouest : disposition, orientation et inclinaison des installations solaires sur support, installations parallèles au bord du toit • Systèmes de fixation/de montage sur le toit plat orientation est-ouest : évaluer les composants et les matériaux des systèmes de pose avec fondation lourde tels que plaques de support avec système de rails en aluminium, système de bacs ou profilés en tôle, consignes et procédure de montage des rails, raccords de rails, dilatation, contreventements/raidisseurs selon les indications du fabricant. • Montage des modules : Connaître les outils et les instructions nécessaires, les zones de serrage, le couple de serrage des modules, les consignes concernant les distances selon les indications du fabricant. 	<u>4</u>

	<p>Situation 2 : 06.02 Orientation sud</p> <ul style="list-style-type: none"> • Installations solaires Orientation sud : disposition, orientation et inclinaison d'installations solaires en surélévation avec toiture végétalisée • Installation PV sur toitures végétalisées ; aborder la problématique de la végétation et de l'ombrage des modules, les points de réalisation importants tels que la distance minimale par rapport à la surface du substrat ou la bande de gravier sur le côté le plus bas des modules ainsi que les couloirs de maintenance entre les modules. • Systèmes de fixation sur le toit plat orientation sud : éléments et matériaux des systèmes de pose avec systèmes aérodynamiques, vissés, (contec.fix) et bifaces montés verticalement. Evaluer les consignes et la procédure de montage des rails, des raccords de rails, de la dilatation, des contreventements/raidisseurs selon les indications du fabricant. • Réaliser une rétention d'eau de pluie sur des toits plats avec installation PV. Connaître les possibilités d'écoulement de l'eau avec un élément d'étranglement, des nattes de stockage ou des bassins de rétention externes à la toiture. 	<u>3</u>
<p>c.1.3 Vérifier les exigences relatives aux fixations et au support conformément aux normes (C4) c.1.4 Décrire les systèmes permanents de protection contre les chutes en relation avec les systèmes de pose (C2) c.4.4 Déterminer l'affectation des chemins de câbles et des tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C4)</p>	<p>Situation 1+2 : 06.03 Exigences relatives au support</p> <ul style="list-style-type: none"> • Evaluer les exigences relatives au sous-sol selon la norme SIA 2062. • Lestage avec des plaques de béton ou du gravier (approfondissement du Thème d'apprentissage 5 Supports) : Calculer et vérifier la quantité correcte de lestage. • Fixation pour des objets particulièrement hauts ou sensibles au vent. 	<u>3</u>

Thème d'apprentissage 7 : Installations solaires sur des toitures inclinées		
2^e année d'apprentissage / 2^e et 3^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c. Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.2 Monter des installations solaires sur des toitures inclinées c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder	Nombre de leçons : 40 dont 4 AIA

Situation de travail
<p>Situation 1 : les propriétaires d'une maison individuelle ont fait l'acquisition d'une voiture électrique et souhaitent la recharger à l'aide de leurs propres installations solaires. Une installation sur le toit est donc prévue sur le toit en pente existant. Il s'agit d'un toit en pente sur le côté sud d'une maison d'habitation située sur le Plateau et recouverte de tuiles en terre cuite. Il est prévu de réaliser une installation avec un système de rails à deux couches sur l'ensemble des toitures.</p> <p>Situation 2 : une nouvelle maison individuelle est construite dans le village voisin. Au lieu d'une couverture classique, une installation solaire intégrée est prévue. Le toit est orienté est-ouest et couvre 160 m². Il est prévu d'installer des installations solaires avec des modules standard non encadrés et de compléter la pénétration existante du tuyau de buée par des modules borgnes.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Tu décris différents types de sous-construction, de système de fixation, de modules et de composants de système (encadrés, non encadrés, tuiles solaires) pour des installations sur et dans le toit, leurs avantages et inconvénients et leur montage (C2) (c.2.1, c.2.4) - Tu évalues différents types de sous-structures, systèmes de fixation ainsi que des types de modules pour différentes situations de toitures en tenant compte des directives/normes (C6) (c.2.2, c.2.4) - Tu évalues et dessines la disposition des installations imposées et intégrées à la toiture (C6) (c.2.6, c.2.7, c.2.8) - Tu décris, pour les installations sur et dans le toit, différentes possibilités de raccordement de différents matériaux lors de la pénétration du toit de l'acheminement des câbles et tu les esquisses correctement (C3) (c.4.4)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	07.00 Entrée en matière	<u>1</u>
<p>c.2.1 Décrire les propriétés et les modes de fonctionnement des différentes sous-constructions et des modules sur les toitures inclinées (C2)</p> <p>c.2.2 Comparer la compatibilité de différentes installations solaires pour toitures inclinées avec différents types de supports (C4)</p> <p>c.2.4 Vérifier les exigences relatives aux fixations et au support conformément aux normes (C4)</p>	<p>Situation 1 : 07.01 Installations sur toiture 1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Types de sous-construction : construction porteuse sans rails ou avec rails courts, système de rails à une ou deux couches • Fixation des modules au système de pose : vissée, pincée ou insérée. • Différents matériaux de couverture et application à des systèmes de pose adaptés : Tuiles en terre cuite ou en béton, ardoises en fibrociment, plaques ondulées en fibrociment, tôles à emboîtement ou trapézoïdales ou panneaux sandwich. • Déterminer la technique de fixation pour le matériau de couverture existant : Crochets de toit, vis à double filetage, pinces, rivets ou collage <p>Situation 2 : Installations intégrées à la toiture</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionnement du niveau de ventilation entre la sous-couverture et l'installation PV ainsi que des ouvertures d'entrée et de sortie d'air selon SIA 232/1. • Systèmes de pose pour modules standard encadrés • Systèmes de pose pour modules standard non encadrés • Tuiles solaires et systèmes spéciaux comme les bardeaux PV ou les modules adaptés au format des tuiles 	<u>13</u>
<p>c.2.6 Evaluer la disposition des modules intégrés dans la toiture inclinée (C6)</p> <p>c.2.7 Evaluer la disposition des modules en surimposition ou rapportés sur des toitures inclinées (C6)</p> <p>c.2.8 Décrire et comparer l'utilisation et la disposition des composants du système sur les toitures inclinées (C4)</p>	<p>Situation 1 : 07.02 Installations sur toiture 2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposition de la sous-construction et des modules PV en cas d'endroits ombragés sur le toit • Planification des transitions : En dessous, sur les côtés et au-dessus des installations solaires (y compris esquisser). • Planification et réalisation de la barre-neige conformément à la norme SIA 261 et à l'aide-mémoire « Dispositif de retenue de la neige ». 	<u>16</u>

- Planification et réalisation de la protection contre les chutes conformément aux prescriptions de l'OTConst.

Travailler sur différents exemples de cas :

- Cas 1 : Toiture inclinée d'une maison individuelle, orientation sud, emplacement sur le Plateau, inclinaison de la toiture 30°, matériau de couverture tuiles en terre cuite, âge de la toiture 5 ans.
- Cas 2 : toit en pente d'une grange, orientation est-ouest, emplacement dans l'Oberland bernois, inclinaison du toit 20°, matériau de couverture : plaques ondulées en fibrociment, âge du toit : 15 ans.
- Cas 3 : toit en pente d'un bâtiment industriel, orientation sud-est, site de Glaris (région de foehn), inclinaison du toit 25°, matériau de couverture tôle trapézoïdale, âge du toit 10 ans

Situation 2 :

Installations intégrées

- Évaluation de l'inclinaison minimale des modules PV en fonction des indications des fabricants de modules encadrés et non encadrés.
- Dimensionnement du niveau de ventilation entre la sous-couverture et l'installation PV ainsi que des ouvertures d'entrée et de sortie d'air selon la norme SIA 232/1.
- Solutions pour les raccordements aux pénétrations de toit ou aux superstructures : Conduits de fumée, cheminées, fenêtres de toit et ventilations
- Utilisation de modules aveugles pour les endroits ombragés du toit
- Planification et réalisation de la barre-neige conformément à la norme SIA 261 et à l'aide-mémoire « Dispositif de retenue de la neige ».
- Planification et réalisation de la protection contre les chutes conformément aux prescriptions de l'OTConst.

Travailler sur différents exemples de cas :

- Cas 1 : Construction d'une maison individuelle à toit en pente, orientation sud, emplacement sur le Plateau, inclinaison du toit 10°, sous-couverture en panneaux de fibres de bois avec film de sous-couverture.
- Cas 2 : Nouvelle construction toit en pente grange, orientation est-ouest, site Oberland bernois, pente de toit 25°, sous-couverture coffrage en bois avec film plastique

	<ul style="list-style-type: none"> Cas 3 : Nouvelle construction d'un toit en pente d'un bâtiment industriel, orientation sud-est, site de Glaris (région de foehn), inclinaison du toit 18°, sous-couverture en plaques de fibres-ciment avec film protecteur 	
c.4.4 Déterminer l'affectation des chemins de câbles et des tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C4)	<p>Situation 1 : 07.03 Affectation des pénétrations</p> <ul style="list-style-type: none"> Affectation des pénétrations de conduites selon la norme SIA 232/1 à travers différents matériaux de couverture pour les installations sur toiture : tuiles en terre cuite et en béton, ardoises de toiture en fibrociment, plaques ondulées en fibrociment, tôle à emboîtement et tôle trapézoïdale ou panneaux sandwich. <p>Situation 2 :</p> <ul style="list-style-type: none"> Affectation des pénétrations de conduites selon la norme SIA 232/1 à travers différentes couches de toitures pour les installations intégrées : sous-couvertures (feuilles et plaques), isolation thermique (isolation sur la toiture et entre les chevrons) ainsi que pare-vapeur. 	<u>6</u>
AIA		<u>4</u>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> Installations photovoltaïques, Christof Bucher, p. 290-303 Montage solaire, Enveloppe du bâtiment Suisse Aide-mémoire « Protection contre les chutes sur les toits inclinés », Enveloppe du bâtiment Suisse Extraits des normes SIA 232 et BauAv Aide-mémoire Dispositif de retenue de la neige 	<ul style="list-style-type: none"> Documentation d'une installation imposée et/ou intégrée mise en œuvre dans l'entreprise

Thème d'apprentissage 8 : Préparation du travail		
2^e année d'apprentissage / 2^e et 3^e trimestre	<p>Domaines de compétences opérationnelles : b Planification et préparation du montage et de la mise en place des installations solaires</p> <p>Compétences opérationnelles : b1 Examiner la documentation du mandat relatif au montage et à la mise en place des installations solaires et planifier les travaux b.2 Contrôler et préparer les matériaux et les outils destinés au montage et à la mise en place des installations solaires b.3 Planifier les raccords et coordonner les synergies entre les travaux sur les installations solaires et les travaux d'autres professions b.4 Aménager la place de travail pour le montage et la mise en place des installations solaires</p>	Nombre de leçons : 40 dont 5 AIA

Situation de travail
<p>Situation 1 : une installation solaire doit être montée sur l'annexe d'une maison individuelle existante. La maison individuelle se trouve dans une région montagnaise et a été construite en 1945. L'extension a été réalisée avec un toit plat en 2010. Le toit plat a une superficie de 60m² et est construit sur le côté ouest du bâtiment existant. Il est recouvert de gravier. Les travaux doivent maintenant être planifiés conformément à la disposition du toit, au plan de câblage et au schéma de principe.</p> <p>Situation 2 : les propriétaires d'une maison individuelle ont acheté une voiture électrique et souhaitent la recharger à l'aide de leurs propres installations solaires. Une installation sur le toit est donc prévue sur le toit en pente existant. Il s'agit d'un toit en pente sur le côté sud d'une maison d'habitation située sur le Plateau et recouverte de tuiles en terre cuite. Il est prévu de réaliser une installation avec un système de rails à deux couches sur l'ensemble des toitures. Sur la base du document du mandat correspondant, les matériaux et les outils sont contrôlés et mis à disposition.</p> <p>Situation 3 : une nouvelle maison individuelle est construite dans le village voisin. Au lieu d'une couverture classique, il est prévu d'installer des installations solaires intégrées au toit. Le toit est orienté est-ouest et couvre 160 m². Il est prévu d'installer des installations solaires avec des modules standard non encadrés et de compléter la pénétration existante du tuyau de buée par des modules aveugles. Comme il s'agit d'une nouvelle construction, des installations de chantier existent déjà. Celles-ci doivent être vérifiées et complétées en vue du montage et de l'installation des installations solaires.</p>

Objectifs d'apprentissage

- Tu extrais les informations essentielles de l'agencement du toit, du plan de câblage et du schéma de principe, et tu établis les plans de travail correspondants (C3) (b.1.1, b.1.2, b.4.7).
- Tu interprètes les bases légales, les normes, les directives et les instructions pour la planification et tu décris les mesures/adaptations possibles (C5) (b.1.3, b.1.4)
- Tu connais les normes relatives à la protection contre les chutes et tu les appliques correctement lors de la répartition des modules sur le toit (C3) (b.3.4)
- Tu évalues la surface de toitures disponible et sais mesurer correctement la surface de modules nécessaire (C6) (b.4.6), b.4.7)
- Tu vérifies ou établis des listes de matériel et d'outils nécessaires au montage et à l'installation d'installations solaires (C4) (b.2.1-b.2.3)
- Tu évalues les chantiers et les places de travail en termes de sécurité au travail, de protection de la santé et de protection de l'environnement (C6) (b.4.1-b.4.5)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	08.00 Entrée en matière	<u>1</u>
b.1.1 Interpréter la documentation du mandat, les plans de pose et de faisceaux et les schémas (C4) b.1.2 Décrire le déroulement du montage et de l'installation et élaborer le programme des travaux (C3) b.1.3 Interpréter les bases légales, les normes, les directives et les instructions en vue de la planification (C4) b.1.4 Interpréter les normes et directives de protection incendie pour la planification et la préparation (C4) b.3.4 Evaluer les effets de la protection permanente contre les chutes sur la disposition des modules (C6) b.4.6 Esquisser des surfaces et des détails et réaliser des calculs (C3) b.4.7 Réaliser des représentations schématiques simples d'installations solaires (C3)	Situation 1 : 08.01 Principes d'une installation solaire <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer à l'aide d'une installation solaire sur un toit plat (approfondissement/transfert avec des exemples de cas sur un toit en pente) : • Interprétation et lecture de la documentation : <ul style="list-style-type: none"> - Disposition du toit, plan de câblage et schéma de principe - Calculs simples de la tension, du courant et de la puissance dans les branches - Plan de lestage - Plan des crochets de toit - Concept de sécurité / plan de protection contre les chutes • Créer / compléter des représentations schématiques <ul style="list-style-type: none"> - Esquisse manuelle de la disposition du toit (esquisser et calculer les surfaces ; relever les détails, calculer les indications de section, conversions d'échelle) - Procédure de mesure des installations solaires - Compléter le câblage des branches - Contrôle et complément du schéma de principe Esquisser des modifications	<u>12</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Etablir le déroulement du montage et de l'installation en fonction de l'objet <ul style="list-style-type: none"> - Etablir le déroulement des travaux en tenant compte des autres corps de métier (selon modèle de planification des travaux PQal) • Prendre en compte les normes, les directives et les instructions : <ul style="list-style-type: none"> - Charges de vent et de neige selon SIA - Plans statiques - Exemples d'instructions de pose de différents matériaux d'installation et indications du fabricant (objectif : trouver des informations pertinentes) - Ordonnance sur les installations à basse tension OIBT - Norme d'installation à basse tension NIBT • Interprétation des normes de protection incendie pour : <ul style="list-style-type: none"> - Évaluation du support de montage concernant la charge d'incendie - Tenir compte des distances par rapport aux matériaux inflammables • Mise en œuvre de la protection contre les chutes <ul style="list-style-type: none"> - Instructions d'installation et instructions de montage des systèmes (exemple) - Effets de la protection contre les chutes sur le plan du module - Interprétation et mise en œuvre correcte du concept de sécurité prescrit <p>Etudier différents cas de figure pour des installations sur toitures plates, sur toitures imposées et sur toitures intégrées (cf. thèmes d'apprentissage Toiture plate et Toiture en pente)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Etablir un plan de travail (selon modèle PQal) • Évaluer les normes, les protections contre les chutes - Proposer / esquisser des adaptations • Mesurer les installations solaires 	
<p>b.2.1 Comparer les propriétés et les modes de fonctionnement des matériaux et des outils de travail et justifier leur utilisation (C4)</p> <p>b.2.2 Effectuer des mesures simples et identifier les dangers (C4)</p> <p>b.2.3 Expliquer les principes de stockage et de protection des outils et des matériaux (C2)</p>	<p>Situation 2 :</p> <p>08.02 Principes sur la base de la liste de matériel</p> <ul style="list-style-type: none"> • (selon modèle PQal) et déterminer la liste d'outils pour une installation solaire sur un toit en pente (imposé) (approfondissement/transfert avec des exemples de cas sur un toit plat / intégré) : • Propriétés des matériaux <ul style="list-style-type: none"> - Corrosion électrochimique - Résistance aux UV, au froid, à l'humidité 	<p><u>11</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Outils, outils manuels et moyens auxiliaires <ul style="list-style-type: none"> - Mesure du champ de modules et de la sous-construction - Sécurité personnelle au travail • Protection contre : <ul style="list-style-type: none"> - Humidité, mouillage et rayonnement solaire - Dommages - Vol • Dangers <ul style="list-style-type: none"> - Danger lié à l'électricité - Identifier les conséquences des actions - Application des règles de sécurité 5+5 - Contrôleur de tension selon EN 61243-3 - Mesure du courant sur les branches - Évaluation du résultat de mesure attendu - Mesure de la polarité et de la tension à vide <p>Etudier différents exemples de cas pour les toits plats et les toits en pente (cf. thèmes d'apprentissage Toit plat et Toit en pente) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier ou établir une liste de matériel (selon le modèle de liste de matériel PQal). • Vérifier et établir la liste des outils et des machines nécessaires. 	
<p>b.4.1 Planifier l'aménagement de la place de travail et du dépôt de matériel pour les travaux (C3)</p> <p>b.4.2 Interpréter les normes et les prescriptions relatives à la protection de l'environnement (C4)</p> <p>b.4.3 Décrire les mesures de prévention et de réduction des déchets (C2)</p> <p>b.4.4 Attribuer les résidus et les produits de recyclage en vue d'une réutilisation (C6)</p> <p>b.4.5 Evaluer le place de travail et le dépôt de matériel pour les travaux de montage et d'installation de systèmes solaires en ce qui concerne la sécurité au travail et la protection de la santé (C6)</p>	<p>Situation 3 :</p> <p>08.03 Principes d'installation du chantier</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer sur le stockage, la protection de l'environnement et la sécurité au travail/protection de la santé (approfondissement) : • Place de stockage pour le matériel <ul style="list-style-type: none"> - Définir l'emplacement de stockage en accord avec la direction des travaux - Choix judicieux de l'emplacement qui facilite le travail - Interpréter correctement le plan de stockage et évaluer si la mise en œuvre est possible • Protection de l'environnement <ul style="list-style-type: none"> - Protection des eaux et protection contre le bruit - Effet d'éblouissement • Réduction des déchets <p>Travailler en préservant les ressources</p>	<p>11</p>

	<ul style="list-style-type: none"> • Sécurité au travail (approfondissement de la 1ère année) • Evaluer la protection contre les chutes par rapport aux installations solaires <ul style="list-style-type: none"> - Identifier les installations défectueuses et prendre les mesures nécessaires. <p>Travailler sur différents exemples de cas pour les toits plats et les toits en pente (cf. thèmes d'apprentissage du montage des toits plats, des toits en pente) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluation de l'installation du chantier • Évaluation de la sécurité au travail, de la protection de la santé et de la protection de l'environnement 	
AIA	<u>5</u>	

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Brochure SUVA « Monter et entretenir des installations solaires en toute sécurité ». • Matière d'enseignement OIBT14 PV, Académie de l'énergie du Toggenburg • Livre spécialisé sur le photovoltaïque, Energieakademie Toggenburg • Installations photovoltaïques, Christoph Bucher • Livre de base Enveloppe du bâtiment Suisse 	

Thème d'apprentissage 9 : Installations solaires spéciales		
2^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.3 Monter des installations solaires sur des façades, sur une autre surface de l'enveloppe du bâtiment ou sous forme d'installations isolées	Nombre de leçons : 30 dont 3 AIA

Situation de travail
<p>Situation 1 : dans le cadre d'une nouvelle construction, l'architecte prévoit une installation de façade intégrée. Il s'agit d'un immeuble d'habitation de 2 étages situé dans une zone urbaine. L'installation sera installée sur la façade sud / ouest ainsi que sur les balustrades des balcons dans la partie supérieure du bâtiment d'habitation.</p> <p>Situation 2 : un agriculteur spécialisé dans la culture de légumes et de baies souhaite réaliser une installation solaire. Comme le toit en pente existant sur la maison d'habitation ne convient pas comme lieu de montage pour une installation solaire en raison d'une mauvaise orientation du toit et de nombreuses installations existantes, une installation est prévue sur un terrain en pente.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Tu décris différents types de sous-construction et de système de fixation pour des installations en façade, adossées à des bâtiments et hors bâtiment, ainsi que leur montage (C2) (c.3.1-c.3.3, c.4.4) - Tu évalues différents types de sous-constructures, de systèmes de fixation ainsi que de modules pour différentes installations solaires en façade, accolées à des bâtiments et hors bâtiment (C6) (c.3.1-c.3.3, c.4.4) - Tu évalues la disposition des installations en façade, adossées à des bâtiments et hors bâtiment (C6) (c.3.5, c.3.6) - Tu décris, pour des installations en façade, adossées à des bâtiments et hors bâtiment, différentes possibilités de raccordement de différents matériaux lors de la pénétration de l'acheminement des câbles et tu les esquisses correctement (C3) (c.3.5, c.3.6)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	09.00 Entrée en matière	<u>1</u>
<p>c.3.1 Décrire les propriétés et les modes de fonctionnement de différents systèmes de pose et de modules sur des façades, accolés à des bâtiments ou isolés (C2)</p> <p>c.3.2 Comparer la compatibilité de différentes installations solaires en façade, accolées à des bâtiments ou hors bâtiment (C4)</p> <p>c.3.3 Vérifier les exigences relatives aux fixations et au support conformément aux normes (C4)</p> <p>c.4.4 Déterminer l'affectation des chemins de câbles et des tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C4)</p>	<p>Situation 1 :</p> <p>09.01 Installations solaires intégrées aux façades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Différents systèmes de pose et exigences en matière de support : intégrés et suspendus • Différentes possibilités de montage sur la façade : systèmes collés, supports de serrage pour modules encadrés et non encadrés, systèmes en écailles, systèmes à fixation par points ou systèmes à encaster • Passage des câbles pour les installations en façade : disposition optimale des câbles et affectation des traversées vers l'intérieur du bâtiment selon SIA 232/2 (étanchéités nécessaires). • Exigences des normes de protection contre l'incendie pour les installations solaires en façade selon l'aide-mémoire « Protection contre l'incendie pour les installations photovoltaïques ventilées en façade » et le « document de l'état de la technique sur la notice de protection contre l'incendie AEAI Installations solaires » de Swissolar. <p>09.02 Installations solaires rapportées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Différentes possibilités de montage en applique : (abris de voiture, vitrage en hauteur, balcon, balustrades, parapets) • Différentes possibilités de montage pour les installations solaires rapportées : pincées ou avec crochets d'insertion. • Exigences relatives au support : résistance à la pression, possibilité de montage et aptitude à l'utilisation optique. • Passage des câbles pour les installations intégrées : disposition optimale des câbles et affectation des traversées à l'intérieur du bâtiment selon SIA 232/2 (étanchéités nécessaires). 	<p><u>9</u></p> <p><u>5</u></p>

	<p>Situation 2 :</p> <p>09.03 Installations solaires hors bâtiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Différentes possibilités de montage hors bâtiment : (installations agricoles, installations standard installées à l'air libre, installations flottantes et installations sur systèmes de câbles). • Différentes possibilités de montage d'installations solaires hors bâtiment : sur des structures lourdes, sur des installations agricoles spéciales, sur des plates-formes flottantes et sur des supports à câbles. • Exigences relatives au support : évaluer la capacité de charge des supports conformément aux indications du fabricant des installations spéciales. • Acheminement des câbles pour les installations hors bâtiment : disposition et acheminement optimaux des câbles ainsi qu'affectation des traversées vers l'intérieur du bâtiment (étanchéités nécessaires) SIA 232/1 et 232/2 	<u>4</u>
<p>c.3.5 Evaluer la disposition des modules en façade, accolés à des bâtiments ou hors bâtiment (C6)</p> <p>c.3.6 Décrire et comparer l'utilisation et la disposition des composants du système sur les façades, accolés aux bâtiments ou hors bâtiment (C4)</p>	<p>Situation 1 :</p> <p>09.04 Installations intégrées aux façades</p> <ul style="list-style-type: none"> • Orientation et position du soleil (été/hiver), aspects optiques ainsi que prise en compte de l'environnement (maisons voisines et ombrage par des arbres ou des arbustes). • Dimensionnement de la ventilation arrière, y compris les ouvertures d'entrée et de sortie d'air pour les installations PV intégrées en façade, conformément à la norme SIA 232/2. • Disposition et répartition des composants du système • Esquisser les détails de raccordement et de transition au pied de la façade, à la fenêtre et à la finition supérieure de la façade. <p>Etudier et comparer différents cas de figure (judicieux, techniquement correct, visuellement beau dans des façades données) :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cas 1 : orientation sud avec installation de façade intégrée • Cas 2 : orientation est / ouest avec installation de façade suspendue • Cas 3 : orientation sud avec balustrade de balcon 	<u>5</u>

	<p>Situation 2 : 09.05 Installations hors bâtiment</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposer des modules ainsi que des composants du système sur des installations en plein air telles que des toitures de parkings, des plantations d'arbres fruitiers, des cours d'eau, des terrains en pente et des surfaces praticables et carrossables. • Comparer les domaines d'application possibles tels que les abris pour voitures et les abris, les vitrages en hauteur, les balustrades et les parapets, les constructions d'infrastructures ainsi que les installations en plein air en ce qui concerne la puissance de l'installation, le rendement, les coûts et l'aspect visuel. Citer les avantages et les inconvénients des différentes possibilités d'installation. 	<u>3</u>
AIA		<u>3</u>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Installations photovoltaïques, Christof Bucher, p. 311-326 • Montage solaire, Enveloppe du bâtiment Suisse, p. 73-81 • Protection incendie pour les installations photovoltaïques ventilées sur les façades, Swissolar • Document de l'état de la technique sur la notice de protection incendie AEAI Installations solaires, Swissolar 	

Thème d'apprentissage 10 : Acheminement des câbles DC		
2^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder	Nombre de leçons : 18 dont 2 AIA

Situation de travail
Une installation solaire est montée sur les toitures d'une maison individuelle. Les travaux d'installation sont effectués sur la base du plan d'installation et du schéma de principe. Des moyens d'exploitation appropriés doivent être utilisés à cet effet.

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Tu interprètes des plans de câblage électrique et des schémas de principe (C5) (c.4.1) - Tu juges de la conformité de l'acheminement des câbles prévu aux normes en vigueur (C6) (c.4.3) - Tu vérifies l'adéquation des différents moyens d'exploitation utilisés avec les normes en vigueur (C4) (c.4.4, c.4.6-c.4.9)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	10.00 Entrée en matière	<u>1</u>
<p>c.4.1 Interpréter les plans de câblage et les schémas électriques (C5)</p> <p>c.4.3 Expliquer les exigences et les normes pour la réalisation de chemins de câbles et de tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C2)</p> <p>c.4.4 Déterminer l'affectation des chemins de câbles et des tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C4)</p> <p>c.4.6 Expliquer les exigences et les normes pour la confection de connecteurs à courant continu (C2)</p> <p>c.4.7 Décrire les exigences et les normes pour la pose et le raccordement des câbles à courant continu au générateur solaire (C2)</p> <p>c.4.8 Expliquer les exigences et les normes pour la pose de lignes à courant continu à l'extérieur et à l'intérieur (C2)</p> <p>c.4.9 Définir et évaluer la pose et le raccordement de câbles et de lignes à courant continu selon les normes et les directives (C6)</p>	<p>10.01 Symboles dans les plans de câblage et les schémas de principe</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Schémas de câblage) connaître : générateur PV, système de stockage, GAK, lignes, compteurs, HAK, transformateurs de courant des compteurs privés, protection des lignes (fusibles, disjoncteurs), disjoncteurs différentiels, interrupteurs principaux et de maintenance, protection contre les surtensions, onduleurs, résistance équipotentielle et mise à la terre, appareils de commande pour la surveillance <p>10.02 Normes</p> <ul style="list-style-type: none"> - NIBT • Types de locaux selon les normes <ul style="list-style-type: none"> - Locaux secs - Locaux humides ou mouillés - Extérieur - Zones poussiéreuses ou à risque d'incendie - Zones à risque d'explosion • Indications du fabricant : <ul style="list-style-type: none"> - Respecter les conditions de montage des tracés et des tuyaux <p>10.03 Facteurs d'influence</p> <ul style="list-style-type: none"> • Extérieur <ul style="list-style-type: none"> - Température - Humidité - Formation de condensation - Lumière UV - Influences mécaniques • Matériaux pour l'extérieur et l'intérieur : <ul style="list-style-type: none"> - Protection IP - Résistance à la corrosion • Dimension des tuyaux : <ul style="list-style-type: none"> - Nombre de conducteurs 	<p><u>3</u></p> <p><u>2</u></p> <p><u>2</u></p>

	<ul style="list-style-type: none"> - Interchangeabilité - Insertion sans dommage • Types de tubes possibles <ul style="list-style-type: none"> - Tubes en plastique - Tubes en métal - Pièces moulées telles que coudes ou manchons de raccordement <p>10.04 Types de connecteurs et installation <u>2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Multi Contact • Weidmüller • Phoenix • Instructions • Problématique des connexions croisées, mélange de différents types • Normalisation en vigueur selon NIBT • Respecter les indications du fabricant • Solutions dans la pratique <p>10.05 Raccordement du câble <u>2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Raccordement au générateur solaire • Montage et fixation des contacts enfichables • Respect des instructions de montage et des normes <p>10.06 Pose de câbles <u>2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Possibilités de tirage de câbles • Identification des risques de dommages • Prise en compte des influences extérieures • Séparation avec d'autres circuits électriques • Problème de CEM, éviter les boucles de conducteurs • Raccordement à l'onduleur par enfichage ou par connexion directe <p>10.07 Dimension des câbles <u>2</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Définition de la section avec des tableaux auxiliaires • Respect des normes • Choix du matériau et possibilités 	
AIA		<u>2</u>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Matière d'enseignement OIBT14 PV, Académie de l'énergie du Toggenburg • Installations photovoltaïques, Christof Bucher • Brochure fournisseurs (p.ex. Plica, Bettermann) • Instructions d'installation du fabricant de modules • Instructions d'installation du fabricant d'onduleurs • Instructions de montage fabricant de connecteurs 	<ul style="list-style-type: none"> • Documentation d'un acheminement des câbles pour un objet issu de la pratique. L'acheminement des câbles doit être planifié et documenté de manière compréhensible à l'aide de documents de planification.

Thème d'apprentissage 11 : Installations DC		
3^e année d'apprentissage / 1^{er} trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder c.5 Poser et brancher des solutions de stockage prévues pour les installations solaires	Nombre de leçons : 34 dont 3 AIA

Situation de travail
<p>Une installation solaire intégrée de 60 m² est construite sur un nouveau bâtiment d'une maison individuelle. Les travaux de pose sont en grande partie terminés. Il s'agit maintenant de réaliser les travaux d'installation du générateur à l'onduleur, ainsi que l'installation d'un système de stockage associé.</p> <p>Dans un premier temps, l'installation côté CC de l'installation doit être planifiée et documentée en conséquence. Un schéma de principe simple doit être établi pour les installations du générateur à l'onduleur, ainsi que pour le système de stockage d'énergie correspondant. Tous les équipements existants doivent être documentés.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous documentez la structure et le fonctionnement des équipements d'une installation DC (C3) (c.4.10). - Vous réalisez des calculs simples pour le câblage des modules et le raccordement à l'onduleur (C3) (c.4.10). - Vous évaluez l'installation de systèmes de stockage ainsi que d'onduleurs et de générateurs solaires à l'aide d'un schéma de principe et d'un guide d'installation conformément aux normes et directives en vigueur (C6) (c.4.11). - Vous présentez les différents types de systèmes de stockage d'électricité, leurs avantages et inconvénients ainsi que leurs domaines d'application (C2) (c.5.1, c.5.2, c.5.4, c.5.5). - Vous évaluez la configuration correcte du système et l'installation d'un système de stockage à l'aide de courbes de performance ou de messages d'état, et vous déterminez les sources d'erreur possibles (C6) (c.5.5).

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	11.00 Entrée en matière	<u>1</u>
c.4.10 Expliquer le fonctionnement et les exigences du raccordement à l'onduleur, au générateur solaire et aux composants du système, y compris les câbles et la protection contre les surtensions en courant continu (C2)	11.01 Bases de la loi d'Ohm, calculs inclus <ul style="list-style-type: none"> - Circuit électrique avec tension, courant, résistance - Structure de l'atome - Circuits série, parallèle, mixte 11.02 Principes de base des câbles, y compris les calculs <ul style="list-style-type: none"> - Matériau, résistivité - Section, longueur - Chute de tension, perte de puissance 11.03 Énergie et puissance, calculs inclus <ul style="list-style-type: none"> - Types d'énergie - Puissance / énergie offerte par le soleil - Réduction du rendement due par exemple à l'ombrage, à l'orientation, etc. - Loi d'Ohm étendue - Rendement - Plaques signalétiques - Pertes sur les lignes, dans les RC - Énergie thermique et mécanique - Tarifs de l'énergie 	<u>8</u> <u>3</u> <u>6</u>
c.4.11 Evaluer la pose et les raccordements des onduleurs, des générateurs solaires et des composants du système (C6)	11.04 Composants d'une installation PV (fonction, fiches techniques, respecter les indications du fabricant) <ul style="list-style-type: none"> - Générateurs, y compris le câblage (branche) - Branche vs. optimiseur de puissance - Lignes, câbles - Onduleur - Batteries - GAK avec protection contre les surtensions, LS, etc. - Interrupteur DC - Lire le schéma de principe, y compris le câblage des branches - Mentionner la protection contre la foudre - Mentionner le stockage 	<u>4</u>

<p>c.5.1 Expliquer le fonctionnement et les exigences des systèmes de stockage (C2)</p>	<p>11.05 Domaines d'application des systèmes de stockage</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alimentation de secours - Cas d'utilisation - Quelles sont les limites d'un système d'alimentation de secours ? - Optimisation de l'autoconsommation - Incitation économique - Incitation écologique - Peak shaving - Qu'est-ce que le peak shaving et à quoi sert-il ? • Comment distinguer les différents types de stockage d'énergie ? <ul style="list-style-type: none"> - Avantages du système de stockage DC, avantages du système de stockage AC, systèmes complets vs. onduleurs hybrides • Quelles sont les propriétés des batteries et quelles sont les caractéristiques auxquelles on attache de l'importance ? <ul style="list-style-type: none"> - Densité d'énergie volumétrique, gravimétrique - Comparaison entre le stockage domestique et la voiture électrique - Taux de C possibles, taux de C usuels - Plage de température, que se passe-t-il dans une batterie en cas de température trop élevée/basse ? - Sécurité • Fonctionnement de l'accumulateur en général : <ul style="list-style-type: none"> - Bases de l'électrochimie - Distinction entre pile primaire et secondaire • Fonctionnement du système de stockage dans les EEA <ul style="list-style-type: none"> - Distinction et tâches du système de gestion de la batterie (BMS) ou du système de gestion de l'énergie (EMS) - Mesure du point de connexion au réseau, sources d'erreur possibles - Mauvais sens du flux d'énergie (transformateur de courant) - Transformateur de courant en marche à vide - Différences de fonctionnement des systèmes AC/DC 	<p>3</p>
---	--	-----------------

<p>c.5.2 Expliquer les exigences et les normes pour le choix des câbles de courant continu et des lignes pour le raccordement de l'accumulateur (C2)</p>	<p>11.06 Définir les exigences relatives aux câbles de courant continu et de communication conformément aux instructions d'installation et aux normes.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identifier pourquoi des paires torsadées doivent être utilisées pour l'installation. • Effectuer des calculs de courant continu sur une batterie <ul style="list-style-type: none"> - Calculer la tension de la batterie, calculer le courant pour obtenir une certaine puissance. - Comparaison avec les spécifications du fabricant 	<p><u>1</u></p>
<p>c.5.4 Expliquer les exigences et les normes relatives au montage des systèmes de stockage (C2)</p>	<p>11.07 Identifier les risques liés aux installations de batteries.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Que se passe-t-il en cas d'incendie d'une batterie au lithium ? - Comment éteindre une batterie au lithium • Qu'est-ce qui peut provoquer un incendie <ul style="list-style-type: none"> - Panne ou dysfonctionnement du BMS - Dommages mécaniques - Influence thermique externe - Vieillessement du système • Discuter de la fiche de sécurité incendie • Indications du fabricant • Définir un lieu d'installation correct de la batterie selon les indications du fabricant, identifier les installations défectueuses. <ul style="list-style-type: none"> - Délimitation OIBT art. 14 Couplage systèmes de stockage AC/DC - Quels sont les travaux autorisés avec une autorisation art. 14 ? 	<p><u>3</u></p>
<p>c.5.5 Evaluer la pose et le raccordement de systèmes d'accumulation avec couplage courant continu/courant alternatif (C6)</p>	<p>11.08 Dessiner un schéma de principe d'un système de stockage AC conformément aux instructions d'installation et aux normes en vigueur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Selon les instructions d'installation et les normes en vigueur, dessiner un schéma de principe d'une extension de stockage DC et établir une liste de matériel des composants nécessaires. 	<p><u>2</u></p>
<p>AIA</p>	<p><u>3</u></p>	

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Installations photovoltaïques, Christof Bucher • Matière d'enseignement OIBT14 PV, Energieakademie Toggenburg • Notice de protection incendie AEAI Accumulateurs au lithium • Diverses indications des fabricants 	

Thème d'apprentissage 12 : Acheminement des câbles AC et DC		
3^e année d'apprentissage / 1^{er} trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder	Nombre de leçons : 28 dont 3 AIA

Situation de travail
<p>Une installation photovoltaïque est construite sur un immeuble d'habitation. Les modules seront placés sur le toit avec deux orientations différentes. Il s'agit maintenant de réaliser les installations électriques. Celles-ci sont réalisées sur la base du plan d'installation correspondant, du schéma de principe et du plan de câblage. Avant de commencer l'installation, les bases du plan sont comparées à la situation sur place et les étapes de travail sont planifiées.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous interprétez les plans de câblage électrique et les schémas de principe et les complétez si nécessaire (C5) (c.4.2). - Vous évaluez l'acheminement des câbles planifié quant au respect des normes en vigueur (C6) (c.4.3). - Vous vérifiez l'adéquation des différents équipements utilisés avec les normes en vigueur (C4) (c.4.4, c.4.7, c.4.8, c.4.9). - Vous prenez les mesures de sécurité appropriées lors de la construction et du raccordement d'installations solaires (C3) (c.4.5). - Vous planifiez la confection des connecteurs à courant continu selon les normes en vigueur et la mise en service d'une installation solaire (C3) (c.4.6). - Vous expliquez les exigences en matière de protection extérieure et intérieure contre la foudre (C2) (c.4.14, c.4.15).

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	12.00 Entrée en matière	<u>1</u>
c.4.2 Dessiner ou adapter les plans de câblage et les schémas électriques (C5)	12.01 Adapter et compléter les documents de plan <ul style="list-style-type: none"> • Approfondir la connaissance des symboles • Plan de câblage et schéma de principe • Modification du câblage des chaînes • Adaptation du nombre de modules • Adaptation des sections modifiées • Ajout de la désignation du matériel d'installation 	<u>3</u>
c.4.3 Expliquer les exigences et les normes pour la réalisation de chemins de câbles et de tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C2)	12.02 Choix du matériau <ul style="list-style-type: none"> • Problèmes de corrosion • Support de montage • Contraintes mécaniques • Protection contre les UV 	<u>2</u>
c.4.4 Déterminer l'affectation des chemins de câbles et des tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C4)	12.03 Chemins de câbles et gaines <ul style="list-style-type: none"> • Planification et dimensionnement • Définir un acheminement des câbles judicieux • Coordination avec les autres corps de métier • Insonorisation • Protection contre l'incendie • Protection contre la condensation 	<u>3</u>
c.4.5 Définir les dangers lors de la pose et du raccordement de câbles à courant continu et alternatif et définir les mesures de sécurité nécessaires (C5)	12.04 Prévention des accidents <ul style="list-style-type: none"> - 5+5 règles de sécurité - Côté DC Vérification hors tension - Plan d'urgence - Application de l'équipement de protection - Études de cas : Apprendre des accidents • Effets sur les êtres vivants et les objets <ul style="list-style-type: none"> - Traversée de corps (dangers spécifiques DC / AC) - Arc électrique - Matériaux en fusion - Accidents secondaires - Risque d'incendie 	<u>2</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Identifier les dangers <ul style="list-style-type: none"> - Situations dangereuses au quotidien - Anticiper le travail - Penser avec les autres - Signaler 	
c.4.6 Expliquer les exigences et les normes pour la confection de connecteurs à courant continu (C2)	12.05 Types de connecteurs <ul style="list-style-type: none"> - Multi Contact - Weidmüller - Phoenix <ul style="list-style-type: none"> • Installation <ul style="list-style-type: none"> - Instructions - Problème des connexions croisées, mélange de différents types - Normalisation en vigueur selon NIBT - Respecter les instructions du fabricant - Solutions dans la pratique 	<u>2</u>
c.4.7 Décrire les exigences et les normes pour la pose et le raccordement des câbles à courant continu au générateur solaire (C2)	12.06 Connexion par câble : <ul style="list-style-type: none"> • Connexion au générateur solaire • Montage et fixation des contacts enfichables • Respect des instructions de montage et des normes 	<u>2</u>
c.4.8 Expliquer les exigences et les normes pour la pose de lignes à courant continu à l'extérieur et à l'intérieur (C2)	12.07 Pose de câbles <ul style="list-style-type: none"> • Possibilités de tirage de câbles • Identification des risques de dommages • Prise en compte des influences extérieures • Séparation des autres circuits • Problèmes de CEM, éviter les boucles de conducteurs • Raccordement à l'onduleur par enfichage ou par connexion directe 	<u>2</u>
c.4.9 Définir et évaluer la pose et le raccordement de câbles et de lignes à courant continu selon les normes et les directives (C4)	12.08 Dimension des câbles <ul style="list-style-type: none"> • Définition de la section transversale avec des tableaux auxiliaires • Respect des normes • Capacité de transport de courant des conducteurs • Calculer les pertes sur les conducteurs ($I^2 \times R$) 	<u>3</u>

c.4.14 Expliquer le fonctionnement et les exigences de la liaison équipotentielle (paratonnerre intérieur), du paratonnerre extérieur et de la mise à la terre (C2)	12.09 Fonction <ul style="list-style-type: none"> • Concept de protection de l'installation • Fonction coffret parafoudre T1 à T3 • Fonction parafoudre extérieur 	<u>3</u>
c.4.15 Evaluer la réalisation et le raccordement de la liaison équipotentielle, de la protection extérieure contre la foudre et de la mise à la terre (C6)	12.10 <ul style="list-style-type: none"> • Définir la section et le raccordement des conducteurs de protection de l'installation • Définir l'utilisation et le dimensionnement du coffret parafoudre • Domaines d'application de la protection extérieure contre la foudre selon SN • Principes de base de la protection extérieure contre la foudre, raccordement d'installations PV 	<u>3</u>
AIA		<u>3</u>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Lehrstoff NIV14 PV, Energieakademie Toggenburg • Broschüre Lieferanten (z.B. Plica, Bettermann, A. Flury) • Photovoltaikanlagen, Christof Bucher • Übungen Planung • Stand der Technik Papier (STP) • Brandschutzmerkblatt (BSM) 	<ul style="list-style-type: none"> • Réaliser le schéma de principe et les calculs ainsi que les fiches techniques correspondantes des moyens d'exploitation utilisés pour un projet réel dans l'entreprise formatrice.

Thème d'apprentissage 13 : Contrôle visuel		
3^e année d'apprentissage / 2^e et 3^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : d Entretien, réparation et démontage des installations solaires Compétences opérationnelles : d.1 Entretien des installations solaires	Nombre de leçons : 8 dont 1 AIA

Situation de travail
<p>Le toit plat de l'entreprise Müller Construction métallique est équipé d'une installation photovoltaïque d'une surface totale de 350 m². Le bord du toit plat est équipé d'un garde-corps fixe, l'accès sur le toit se fait par la cage d'escalier qui mène au milieu du bâtiment jusqu'au toit.</p> <p>L'entreprise Müller a conclu un contrat d'entretien avec votre entreprise solaire. Tous les 3 ans, l'installation est soumise à un contrôle et à un entretien périodique. Votre tâche consiste à planifier et à effectuer l'entretien de l'installation.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous décrivez le déroulement et les points critiques d'un contrôle visuel (C2) (d.1.1) - Tu décris les exigences d'un nettoyage des installations solaires respectueux de l'environnement (C2) (d.1.3). - Vous identifiez les mesures de maintenance et les dangers liés à l'absence d'entretien régulier (C4) (d.1.7).

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	13.00 Entrée en matière	<u>1</u>
d.1.1 Effectuer des contrôles visuels sur les installations solaires existantes et établir un procès-verbal (C3).	13.01 <ul style="list-style-type: none"> • Dommages visuels et salissures <ul style="list-style-type: none"> - Encrassement des modules - Détérioration des modules - Contrôle des points de fixation - État du câblage et des contacts enfichables - État des tubes et des goulottes d'installation - Contrôle visuel de toutes les inscriptions • Créer une liste de contrôle <ul style="list-style-type: none"> - Définir le déroulement - Définir les travaux nécessaires • Protocole d'entretien <ul style="list-style-type: none"> - Contenu, intervalles - Travaux d'entretien nécessaires par intervalle - Tenir un journal de bord des travaux 	<u>2</u>
d.1.3 Identifier les salissures et affecter des méthodes et des produits de nettoyage écologiques appropriés (C4)	13.02 <ul style="list-style-type: none"> • Produits auxiliaires et de nettoyage <ul style="list-style-type: none"> - Consulter les instructions d'installation • Nettoyage des modules PV <ul style="list-style-type: none"> - Outils - Produits de nettoyage - Eau déminéralisée - Identification des dommages - Élimination des produits de nettoyage • Créer une liste de matériel pour l'entretien • Application <ul style="list-style-type: none"> - Rangement - Application - Élimination 	<u>2</u>

d.1.7 Décrire les besoins d'entretien des toitures végétalisées (C2)	<p>13.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Surveillance <ul style="list-style-type: none"> - Possibilités de surveillance - Affichage du portail - Interprétation des graphiques • Identifier les baisses de performance en cas de <ul style="list-style-type: none"> - Encrassement des modules - Endommagement - Toitures végétalisées sur les toits plats • Mise en évidence de la baisse de rendement de l'installation • Montrer l'intervalle de maintenance raisonnable • Entretien sur les toitures végétalisées extensives • Installations sur toitures plates • Comportement des installations sur ou intégrées au toit avec une grande inclinaison et un effet d'autonettoyage correspondant 	2
AIA		1

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Installations photovoltaïques, Christof Bucher • Instructions pour le module solaire (nettoyage et entretien) • Instructions pour l'onduleur 	<ul style="list-style-type: none"> • Création d'un protocole de maintenance d'une installation, y compris un protocole photographique.

Thème d'apprentissage 14 : Mise en service de l'onduleur		
3^e année d'apprentissage / 2^e et 3^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder c.6 Effectuer la mise en service de l'installation solaire	Nombre de leçons : 38 dont 4 AIA

Situation de travail
<p>L'installation côté CA d'une installation solaire sur un garage double doit être réalisée. L'installation depuis la boîte de jonction (HAK) jusqu'à l'interrupteur de l'onduleur est représentée sur le schéma de principe et a déjà été réalisée par une entreprise d'installation électrique dans le cadre des installations générales. Il s'agit maintenant de réaliser l'installation du disjoncteur de l'installation jusqu'à l'onduleur. Après les mesures du côté CC, l'installation doit être mise en service. La mise en service doit être consignée conformément aux instructions.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous expliquez la structure du réseau AC, les mécanismes de protection correspondants ainsi que la structure et la fonction des équipements du côté AC de l'onduleur (C2) (c.4.12). - Vous planifiez et évaluez les raccordements des onduleurs au réseau (mise en parallèle du réseau) (C6) (c.4.13). - Vous effectuez les mesures du côté CC selon les normes en vigueur et consignez les résultats des mesures conformément aux instructions (C3) (c.6.2, c.6.3). - Vous configurez les réglages de base de l'onduleur dans le cadre du contrôle initial pendant la construction (C3) (c.6.4, c.6.5). - Vous décrivez les possibilités et citez les indicateurs nécessaires à cet effet pour la surveillance des installations solaires (C2) (c.6.6).

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	14.00 Entrée en matière	1
<p>c.4.12 Expliquer les exigences et les normes de la ligne de courant alternatif à partir des bornes de sortie de l'interrupteur d'installation (C2)</p> <p>c.4.13 Evaluer la pose des câbles de courant alternatif à partir des bornes de sortie du disjoncteur d'installation et le raccordement à l'onduleur (C6)</p>	<p>14.01</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réseau d'approvisionnement <ul style="list-style-type: none"> - Niveaux de réseau - Responsabilité (swissgrid, Pronovo) - Fréquence du réseau en tant que fonction de la mise à disposition de puissance active dans le réseau électrique européen • Courant alternatif monophasé <ul style="list-style-type: none"> - Définition - Courbe sinusoïdale, période, durée de la période - Fréquence • Champ E <ul style="list-style-type: none"> - Définition - Application - Condensateurs - Calcul des capacités série/parallèle • Champ M <ul style="list-style-type: none"> - Définition - Application - Transformateurs - Calcul des inductances série/parallèle • Courant alternatif triphasé <ul style="list-style-type: none"> - Charge symétrique avec couplage étoile / triangle - Charge asymétrique, fonction du neutre - Exemples de charges ohmiques (chauffe-eau) : Couplage étoile/triangle avec/sans neutre, coupures du conducteur extérieur - P/Q/S (triangle de puissance), cosphi - Effet de la puissance réactive sur la tension du réseau - Système de flèches consommateur/générateur par rapport aux indications du fabricant (d'onduleurs) • Interrupteur d'installation AC • Protection contre les surtensions AC 	23

	<ul style="list-style-type: none"> • Lignes, câbles • Mesure de l'énergie, connexion de données / réseau • Distribution de fusibles et raccordement domestique • SPA et protection contre la foudre (à mentionner uniquement, sujet séparé) • Lire le schéma de principe / d'ensemble 	
<p>c.6.2 Décrire le déroulement et les exigences du premier contrôle des installations (C2)</p> <p>c.6.3 Effectuer des mesures, les consigner et les interpréter (C5)</p>	<p>14.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apprendre à connaître les mesures DC <ul style="list-style-type: none"> - Mesure de la tension - Mesure du courant - Mesure de la résistance d'isolement - Rayonnement solaire W/m² - Courant de court-circuit I_{sc} - Tension à vide U_{oc} - Tension de service U_{mpp} - Courant de fonctionnement I_{mpp} • Contrôle initial d'une installation PV pendant la construction <ul style="list-style-type: none"> - Inspection visuelle - Essai - Mesures <p>14.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réaliser des mesures • Interpréter correctement les résultats de mesure selon les fiches techniques et les conditions environnementales • Établir des rapports <ul style="list-style-type: none"> - Remplir le protocole de mesure et de contrôle photovoltaïque 	<p style="text-align: center;"><u>3</u></p> <p style="text-align: center;"><u>3</u></p> <p style="text-align: center;"><u>2</u></p>

<p>c.6.4 Décrire le déroulement et les réglages de la mise en service (C2) c.6.5 Evaluer les réglages de la mise en service (C6)</p>	<p>14.04</p> <ul style="list-style-type: none"> Mise en service d'onduleurs selon les instructions du fabricant <p>14.05</p> <ul style="list-style-type: none"> Configurer et vérifier les paramètres de l'onduleur selon les indications du fabricant <ul style="list-style-type: none"> Réglage de la date et de l'heure Paramètres régionaux Prise en compte de la demande de raccordement technique (TAG) Observer les autres réglages selon les indications de l'onduleur Après la mise en marche, évaluer le bon fonctionnement 	<p><u>1</u></p>
<p>c.6.6 Décrire les systèmes de surveillance (C2)</p>	<p>14.06</p> <ul style="list-style-type: none"> Qu'est-ce qu'un système de surveillance, quelles sont les exigences de base d'un tel système ? Solar-Log Portails des fabricants d'onduleurs <ul style="list-style-type: none"> Fronius Huawei Solaredge Autres en option Solarmanager 	<p><u>1</u></p>
<p>AIA</p>		<p><u>4</u></p>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> Installations photovoltaïques, Christof Bucher Matière d'enseignement OIBT14 PV, Energieakademie Toggenburg Brochure Installations PV, A. Flury https://myfeuerwehr.ch/fachtechnik/merkblaetter/MB_3-07 Protocole de mesure et de contrôle du photovoltaïque selon l'ESTI 	

Thème d'apprentissage 15 : Pannes lors de la mise en service		
3^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : d Entretien, réparation et démontage des installations solaires Compétences opérationnelles : d2 Localiser des pannes simples au niveau du circuit de courant continu des installations solaires et les éliminer	Nombre de leçons : 24 dont 2 AIA

Situation de travail
<p>Une installation photovoltaïque d'une puissance de 6 kWp a été installée sur le toit de la famille Meier il y a 7 ans. Les modules solaires sur le toit plat sont montés avec une structure en aluminium de 10 degrés et l'orientation de celle-ci est vers le sud. Sur le bâtiment, il a installé 4 points d'ancrage individuels. Le client a maintenant appelé le centre de service. Il a expliqué que la surveillance avait transmis un message d'erreur il y a 3 jours. Depuis, l'onduleur ne produit plus d'énergie. Par ailleurs, M. Meier explique que toute la documentation est sur place. Il souhaite que l'installation soit dépannée le plus rapidement possible.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous planifiez et documentez les dépannages conformément aux instructions (C3) (d.2.3, d.2.4) - Vous déterminez les causes possibles d'une panne et les délimitez à l'aide des documents de planification et des valeurs de la surveillance (C4) (d.2.3, d.2.4) - Vous choisissez le bon appareil et la bonne méthode de mesure et définissez le déroulement de la mesure correcte avec les mesures de sécurité nécessaires (C4) (d.2.3, d.2.4) - Vous interprétez les résultats de mesure et les comparez aux valeurs réelles (K5) (d.2.4) - Vous calculez les erreurs de mesure possibles, les interprétez et en déduisez les mesures de réparation possibles (K5) (d.2.4)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	15.00 Entrée en matière	<u>1</u>
d.2.3 Décrire les causes possibles de dysfonctionnement de l'ensemble de l'installation de production d'énergie (C2)	15.01 <ul style="list-style-type: none"> • Identifier les causes possibles : <ul style="list-style-type: none"> - Baisse de performance - Défaillance de la ligne - Défaut d'isolation - Panne de l'onduleur - Température excessive du système - Réponse du dispositif de protection contre les surtensions avec message de défaut • Contrôle de l'affichage des défauts/de la surveillance • Contrôle visuel de l'installation avec les documents de planification disponibles <ul style="list-style-type: none"> - Comparaison du plan de pose avec les matériaux réels - Calcul comparatif des matériaux réels pour la plausibilité - Calcul de la tension et du courant de la chaîne avec contrôle de comparaison sur le portail de surveillance • Évaluation d'une visualisation de l'installation sur un portail de supervision à l'aide des documents de planification <ul style="list-style-type: none"> - Interpréter une courbe de puissance - Identifier les baisses de puissance des différentes chaînes. - Comparer les valeurs de tension, de courant et de puissance avec l'état théorique. - Mesurer les valeurs électriques d'une installation et comparer les valeurs affichées sur le portail de surveillance. 	<u>8</u>
d.2.4 Interpréter les plans de pose et de câblage ainsi que les instructions pour localiser les pannes et définir les mesures appropriées pour y remédier (C4)	15.02 <ul style="list-style-type: none"> • Sécurité au travail <ul style="list-style-type: none"> - Quelles mesures sont nécessaires ? - Directives SUVA - Utilisation de l'EPIaC - Préparation des instruments de mesure Sécurité électrique - Établir une liste d'outils • Schéma de principe 	<u>13</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Obtenir une vue d'ensemble sur le schéma de principe, comparer les matériaux réels - Identifier les composants selon le schéma de principe tels que <ul style="list-style-type: none"> - Panneaux solaires - Passage des câbles - Câblage des branches - Coffret parafoudre - Onduleur - Systèmes de stockage - Nommer les symboles, les graphiques, les valeurs et leur signification pour les composants mentionnés. - Identifier les messages d'erreur ou les codes d'erreur ou d'état d'un onduleur et en déduire les mesures à prendre conformément au manuel d'utilisation • Contrôle visuel <ul style="list-style-type: none"> - Déroulement d'un contrôle visuel - Défauts et dommages évidents : câblage, repérage des emplacements possibles des coupures de lignes à l'aide des plans de câblage. - Tenue du journal de bord de l'installation • Mesures <ul style="list-style-type: none"> - Réalisation de mesures pour localiser les dysfonctionnements, y compris la documentation. - Utilisation et manipulation des instruments de mesure et des outils - Respect des règles de sécurité - Interpréter les résultats de mesure - Définir des mesures de dépannage - Planification et mise en œuvre de la réparation des pannes : matériel, procédure, solutions provisoires, temps nécessaire, recours à des entreprises externes. 	
AIA		<u>2</u>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Lehrstoff NIV14 PV, Energieakademie Toggenburg • Fachbuch Photovoltaik, Energieakademie Toggenburg 	<ul style="list-style-type: none"> • Documenter une panne sur une installation et indiquer les mesures à prendre pour y remédier.

Thème d'apprentissage 16 : Démontage des installations solaires		
3^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : d Entretien, réparation et démontage des installations solaires Compétences opérationnelles : d.3 Démontez des installations solaires	Nombre de leçons : 8 dont 1 AIA

Situation de travail / ordre de travail
<p>Le toit d'une maison individuelle doit être rénové. Il est équipé d'installations solaires vieilles de 15 ans et de 20 modules. Le client décide que les installations solaires doivent être démontées et éliminées. Vous devez alors faire le nécessaire pour que le démontage soit réalisé dans les règles de l'art et de la sécurité, mais aussi en préservant les ressources. Un échafaudage et une grue seront disponibles sur le chantier et pourront être utilisés si nécessaire. L'utilisation doit être annoncée au maître d'œuvre deux jours à l'avance.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous nommez les différents matériaux et moyens d'exploitation utilisés et évaluez leur démontage dans l'optique d'une économie circulaire optimale (C6) (d.3.5). - Vous planifiez les travaux de démontage et l'élimination ou la réutilisation appropriée des matériaux et des équipements (C3) (d.3.1, d.3.4).

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	16.00 Entrée en matière	<u>1</u>
d.3.5 Déterminer l'affectation des résidus et des produits recyclés en vue de leur réutilisation (C4)	16.01 <ul style="list-style-type: none"> • Principe de l'économie circulaire • Traitement, réutilisation, élimination dans les règles de l'art des matériaux et des moyens d'exploitation issus du démontage des installations solaires <ul style="list-style-type: none"> - Matériaux de l'enveloppe du bâtiment - Sous-constructures - Modules PV - Composants électroniques tels que l'onduleur, etc. - Stockage électrochimique - Matériaux d'installation électrotechnique 	<u>2</u>
d.3.1 Expliquer le déroulement du démontage des installations solaires (C2)	16.02 <ul style="list-style-type: none"> • Préparatifs techniques de sécurité pour le démontage <ul style="list-style-type: none"> - EPI / protections contre les chutes - Protections collectives - Précautions électriques • Préparations logistiques <ul style="list-style-type: none"> - Système de bennes à gravats - Détermination de l'emplacement de stockage sur place - Organisation du transport • Reconstituer les toitures <ul style="list-style-type: none"> - Assurer la fonction de l'enveloppe du bâtiment 	<u>3</u>
d.3.4 Présenter les possibilités de traitement des installations solaires en vue de leur recyclage (C3)	16.03 <ul style="list-style-type: none"> • Commerce de pièces d'occasion et de rechange • Cycle PV • Second Life pour les batteries 	<u>1</u>
AIA		<u>1</u>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> • https://www.erecycling.ch (Merkblätter SENS Recycling, PVcircle, etc.) • Filme Aufbereitung diverser Stoffe • Weitere Beispiele Aufbereitung • www.secondsol.com • www.twice-energy.ch • https://www.energie-experten.ch/de/wissen/detail/so-funktioniert-das-recycling-von-photovoltaikanlagen.html 	<ul style="list-style-type: none"> • Créer une documentation photographique sur l'élimination des déchets dans sa propre entreprise

Thème d'apprentissage 17 : Approfondissement AC et DC, autoconsommation		
3^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder	Nombre de leçons : 24 dont 2 AIA

Situation de travail
<p>Un client prévoit d'installer un nouveau système intégré à la toiture sur sa maison individuelle. Le bâtiment est situé à 1200 mètres d'altitude. Les toitures sont orientées est-ouest avec une inclinaison de 35°. Comme la famille habite un peu à l'écart, elle dispose d'une voiture électrique et de deux vélos électriques. Le bâtiment est chauffé par une pompe à chaleur récemment installée. Il est intéressé à rentabiliser au maximum ses installations solaires.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous déterminez les optimisations possibles en termes d'autoconsommation (C4) (c.5.3). - Vous évaluez, calculez et planifiez les travaux d'installation électrique en fonction d'un cahier des charges de projet (C6) (c.4.10-c.4.13).

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	17.00 Entrée en matière	1
c.5.3 Comparer les possibilités d'optimisation et de gestion de l'énergie ainsi que de consommation propre (C4)	17.01 <ul style="list-style-type: none"> • Optimisation énergétique <ul style="list-style-type: none"> - Comment réduire la demande en énergie primaire : Chauffe-eau à pompe à chaleur, pompes à chaleur, appareils électroménagers économiques - Mobilité électrique - Qu'est-ce qui peut être réalisé avec un contrôle de l'énergie : Commande adaptée au réseau (V2G, PV2G) • Définition et calcul du taux d'autoconsommation et d'autosuffisance des installations à l'aide d'exemples. <ul style="list-style-type: none"> - Quels sont les composants qui permettent d'augmenter le taux d'autoconsommation ? - Quels sont les composants nécessaires au calcul et à la visualisation du taux d'autoconsommation et d'autosuffisance ? • Optimisation de la consommation propre : <ul style="list-style-type: none"> - A quoi sert l'optimisation de l'autoconsommation (délestage du réseau de distribution, incitations financières) ? - Quelles propriétés doit avoir un appareil électrique (appareils électroménagers, production de chaleur, stations de recharge) pour qu'une gestion du surplus soit pertinente. - Travailler ensemble sur des exemples de charges déplaçables et sur les avantages et inconvénients d'une commande. 	8

<p>c.4.10 Expliquer le fonctionnement et les exigences du raccordement à l'onduleur, au générateur solaire et aux composants du système, y compris les câbles et la protection contre les surtensions en courant continu (C2)</p> <p>c.4.11 Evaluer la pose et les raccordements des onduleurs, des générateurs solaires et des composants du système (C6)</p> <p>c.4.12 Expliquer les exigences et les normes de la ligne de courant alternatif à partir des bornes de sortie de l'interrupteur d'installation (C2)</p> <p>c.4.13 Evaluer la pose des câbles de courant alternatif à partir des bornes de sortie du disjoncteur d'installation et le raccordement à l'onduleur (C6)</p>	<p>17.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • Travail d'approfondissement : évaluation du système global, calculs inclus <ul style="list-style-type: none"> - Evaluation du raccordement au bâtiment - Occupation des toitures avec calculs - Nombre de modules - Puissance totale crête - Affectation des strings avec tensions et courants - Définir l'onduleur - Définir la solution de stockage - Définir les lignes - Établir un schéma de principe - Mentionner le protocole de mesure 	<p><u>13</u></p>
AIA		<p><u>2</u></p>

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
		<p>Documenter la conception des installations électriques à partir de l'interrupteur principal, y compris la conception de l'onduleur, à l'aide d'une installation réelle.</p> <p>Projet donné comme travail d'approfondissement en groupe / présentation des résultats</p>

Thème d'apprentissage 18 : Entretien des installations solaires		
3^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : d Entretien, réparation et démontage des installations solaires Compétences opérationnelles : d.1 Entretien des installations solaires d.2 Localiser des pannes simples au niveau du circuit de courant continu des installations solaires et les éliminer	Nombre de leçons : 20 dont 2 AIA

Situation de travail
<p>Un client a l'impression que ses installations solaires, vieilles de 9 ans, ne produisent plus autant qu'au moment de l'installation. En particulier, par temps de pluie et en hiver, une panne est souvent signalée et l'installation ne produit pas. Il souhaite donc un contrôle sur place. Lors de la visite de l'installation, la situation suivante apparaît :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Installation sur toit plat dans la zone industrielle à côté d'une installation de séchage d'herbe, 35kWp, avec des modules orientés est-ouest. - Il s'agit d'une installation EIV - L'acheminement des câbles est défectueux. - Les modules sont visiblement sales - Une partie du toit plat est accessible, il semble qu'il soit utilisé comme emplacement pour les fumeurs.

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous expliquez les prescriptions légales relatives au contrôle périodique des installations solaires (C2) (d.1.4) - Tu décris les causes possibles de dysfonctionnement d'une installation solaire (C2) (d.2.3) - Vous localisez les erreurs possibles à l'aide de la documentation technique d'une installation solaire et déterminez les mesures appropriées pour y remédier (K5) (d.2.4) - Vous expliquez les mesures et procédures possibles pour vérifier le fonctionnement des installations solaires et évaluez les résultats (K6) (f.1.5)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	18.00 Entrée en matière	<u>1</u>
d.1.4 Décrire les exigences et les prescriptions légales relatives aux contrôles périodiques (C2)	18.01 <ul style="list-style-type: none"> • Contrôles périodiques selon l'annexe OIBT <ul style="list-style-type: none"> - Art. 1.3.5 (Constructeur selon OIBT art.14) - Art. 4 (contrôle périodique selon NIBT, y compris distinction pour les constructeurs d'installations) • Contrôles périodiques selon les indications du fabricant 	<u>1</u>
d.2.3 Décrire les causes possibles de dysfonctionnement de l'ensemble de l'installation de production d'énergie (C2)	18.02 <ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les pannes côté AC et/ou les illustrer à l'aide d'exemples <ul style="list-style-type: none"> - Causes pouvant entraîner le déclenchement des fusibles en amont - Court-circuit de la ligne (rongeurs, dommage mécanique, utilisation incorrecte du matériel) - Court-circuit sur l'onduleur - Changement des conditions environnementales dans la distribution principale - Réduction de la puissance de l'onduleur - Déclassement thermique en fonction de la tension - Étranglement en fonction de la puissance (d'alimentation) • Déterminer les dysfonctionnements possibles côté DC et les illustrer par des exemples. <ul style="list-style-type: none"> - Encrassement des modules - Nouvelles sources d'ombrage - Défauts d'isolation - Connecteurs - Optimiseur - Dommages mécaniques (morsure de rongeur, acheminement des câbles défectueux) - Défauts sur les modules (sous-string, rupture de cellule, diode by-pass, délamination (Riso), fuites (Riso)) - Mauvaise ventilation, encrassement ou absence de ventilation arrière (en particulier pour les installations solaires intégrées). 	<u>6</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer les pannes possibles à l'aide des codes d'erreur et d'état de l'onduleur et les illustrer par des exemples. <ul style="list-style-type: none"> - Différents codes d'erreur, en fonction du fabricant • Déterminer les pannes possibles des accumulateurs et les illustrer par des exemples. <ul style="list-style-type: none"> - Décharge profonde des cellules - Défaut du compteur, lignes de communication - Dépannage selon les instructions du fabricant 	
<p>d.2.4 Interpréter les plans de pose et de câblage ainsi que les instructions pour localiser les pannes et définir les mesures appropriées pour y remédier (C4)</p>	<p>18.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Procédure et mesures à prendre <ul style="list-style-type: none"> - Délimitation des erreurs par réflexion sur les documents de planification - Contrôle visuel de l'installation pour détecter les erreurs évidentes - Déduire les mesures à prendre <ul style="list-style-type: none"> - Effectuer des mesures - Comparer les valeurs théoriques et réelles - Enregistrer les mesures - Introduire des mesures - Estimer les dépenses - Faire appel à des centres de service ou à une entreprise partenaire par le biais d'un avis de panne 	<u>3</u>
<p>d.1.5 Décrire les mesures complémentaires pour le contrôle du fonctionnement des installations solaires et évaluer les résultats (C6)</p>	<p>18.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Courbe caractéristique U/I <ul style="list-style-type: none"> - Mesure avec un appareil de mesure des caractéristiques sur 3 modules, non ombragés et partiellement ombragés - Mesure sur un module défectueux (diode de blocage en court-circuit) - Interprétation des courbes caractéristiques • Enregistrement IR <ul style="list-style-type: none"> - Fonctionnement de la caméra IR - Les modules sont-ils plus chauds en court-circuit ou à vide ? - Identifier différentes erreurs à l'aide de photos infrarouges <ul style="list-style-type: none"> - Diode de blocage défectueuse (court-circuit) - Ombrage ou encrassement des modules - Substrings défectueux, cellules défectueuses - Mauvaise ventilation arrière 	<u>7</u>

	<ul style="list-style-type: none"> - Quelle image d'erreur correspond à quelle erreur - Quelles sont les erreurs qui ne sont pas identifiées par cette méthode ? • Procédure EL <ul style="list-style-type: none"> - Exemple de dommages dus à la grêle, identifier les ruptures de cellules invisibles à l'aide de photographies • Mesure de l'UE <ul style="list-style-type: none"> - Aborder à quoi sert cette mesure et ce qu'elle permet de vérifier. • Test de diodes de blocage <ul style="list-style-type: none"> - Mesure sur une diode de blocage - Pourquoi une diode de blocage est-elle installée dans les modules ? - Avantages et inconvénients d'une diode de blocage, types de défauts possibles • Riso à l'état humide 	
AIA	<u>2</u>	

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Ordonnance sur les installations à basse tension (OIBT) • Protocole de mesure et de contrôle photovoltaïque • Documentation du fabricant 	

Thème d'apprentissage 19 : Projet		
3^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.1 Monter des installations solaires sur des toitures plates c.2 Monter des installations solaires sur des toitures inclinées c.3 Monter des installations solaires sur des façades, sur une autre surface de l'enveloppe du bâtiment ou sous forme d'installations isolées c.4 Réaliser des chemins de câbles pour des installations solaires, poser des câbles et les raccorder c.5 Mettre en place des solutions de stockage prévues pour les installations solaires et les raccorder c.6 Effectuer la mise en service de l'installation solaire	Nombre de leçons : 64 dont 4 AIA

Situation de travail
Le chef de projet vous confie la mission de concevoir, monter et installer une installation solaire simple.

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous associez les différentes étapes de planification, de montage et d'installation pour la réalisation d'une installation solaire et créez un document du mandat correspondant. - Vous évaluez d'autres documentations de mandat et proposez des mesures d'amélioration si nécessaire.

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	19.00 Entrée en matière	1
<p>c.1.1 Décrire les propriétés et les modes de fonctionnement des différents systèmes de pose et des modules sur les toits plats (C2)</p> <p>c.1.2 Comparer la compatibilité de différentes installations solaires pour toits plats avec différents types de supports (C4)</p> <p>c.1.3 Vérifier les exigences relatives aux fixations et au support conformément aux normes (C4)</p> <p>c.1.4 Décrire les systèmes permanents de protection contre les chutes en relation avec les systèmes de pose (C2)</p> <p>c.1.5 Anordnung von Modulen auf Flachdächern beurteilen (K6)</p> <p>c.1.6 Evaluer la disposition des modules sur les toits plats (C6)</p> <p>c.2.1 Décrire les propriétés et les modes de fonctionnement des différentes sous-constructions et des modules sur les toitures inclinées (C2)</p> <p>c.2.2 Comparer la compatibilité de différentes installations solaires pour toitures inclinées avec différents types de supports (C4)</p> <p>c.2.4 Vérifier les exigences relatives aux fixations et au support conformément aux normes (C4)</p> <p>c.2.6 Evaluer la disposition des modules intégrés dans la toiture inclinée (C6)</p> <p>c.2.7 Evaluer la disposition des modules en surimposition ou rapportés sur des toitures inclinées (C6)</p> <p>c.2.8 Décrire et comparer l'utilisation et la disposition des composants du système sur les toitures inclinées (C4)</p> <p>c.3.1 Décrire les propriétés et les modes de fonctionnement de différents systèmes de pose et de modules sur des façades, accolés à des bâtiments ou isolés (C2)</p> <p>c.3.2 Comparer la compatibilité de différentes installations solaires en façade, accolées à des bâtiments ou hors bâtiment (C4)</p> <p>c.3.3 Vérifier les exigences relatives aux fixations et au support conformément aux normes (C4)</p> <p>c.3.5 Evaluer la disposition des modules en façade, accolés à des bâtiments ou hors bâtiment (C6)</p>	<p>19.01</p> <p>Dans le cadre du projet, les différents thèmes d'apprentissage sont traités et reliés entre eux à l'aide d'un projet prédéfini (études de cas) ou de projets issus des entreprises des apprenants. Les apprenants travaillent en groupes sur différents projets d'installations solaires simples sur des toits plats, des toits en pente (intégrés ou imposés) et des façades, ainsi que sur des installations solaires adossées à des bâtiments ou hors bâtiment.</p> <p>Les apprenants documentent leurs réflexions par écrit.</p> <p>Les aspects suivants sont traités dans le projet :</p> <p>Évaluation de la situation et choix du système :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Évaluer les alignements et les dispositions possibles sur le bâtiment en tenant compte des composants du système existants et des performances. • Évaluer le support à l'aide des normes et directives existantes. • Évaluer et choisir les systèmes de pose et les modules appropriés (y compris la justification du choix). <p>Évaluer et choisir les optimisations énergétiques et les systèmes de stockage possibles (y compris la justification du choix).</p> <p>Planification de montage et d'installation :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Dessiner la disposition du toit • Elaboration de l'acheminement des câbles des modules à l'onduleur (plan de câblage). • Dessins détaillés des pénétrations dans le toit, des transitions ou des raccordements. • Disposition des composants du système dans le local technique, y compris le câblage correct de l'onduleur, du générateur solaire et des 	34

<p>c.3.6 Décrire et comparer l'utilisation et la disposition des composants du système sur les façades, accolés aux bâtiments ou hors bâtiment (C4)</p> <p>c.4.1 Interpréter les plans de câblage et les schémas électriques (C5)</p> <p>c.4.2 Dessiner ou adapter les plans de câblage et les schémas électriques (C5)</p> <p>c.4.3 Expliquer les exigences et les normes pour la réalisation de chemins de câbles et de tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C2)</p> <p>c.4.4 Déterminer l'affectation des chemins de câbles et des tubes de protection de câbles à l'extérieur et à l'intérieur (C4)</p> <p>c.4.5 Définir les dangers lors de la pose et du raccordement de câbles à courant continu et alternatif et définir les mesures de sécurité nécessaires (C5)</p> <p>c.4.6 Expliquer les exigences et les normes pour la confection de connecteurs à courant continu (C2)</p> <p>c.4.7 Décrire les exigences et les normes pour la pose et le raccordement des câbles à courant continu au générateur solaire (C2)</p> <p>c.4.8 Expliquer les exigences et les normes pour la pose de lignes à courant continu à l'extérieur et à l'intérieur (C2)</p> <p>c.4.9 Définir et évaluer la pose et le raccordement de câbles et de lignes à courant continu selon les normes et les directives (C6)</p> <p>c.4.10 Expliquer le fonctionnement et les exigences du raccordement à l'onduleur, au générateur solaire et aux composants du système, y compris les câbles et la protection contre les surtensions en courant continu (C2)</p> <p>c.4.11 Evaluer la pose et les raccordements des onduleurs, des générateurs solaires et des composants du système (C6)</p>	<p>autres composants du système et l'installation des lignes de courant continu et alternatif (plan d'installation et schéma de principe).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Documenter les dangers et risques lors de la pose et de la connexion des câbles de courant continu et alternatif. • Évaluer et connecter le raccordement au potentiel, la protection extérieure contre la foudre et les mises à la terre. • Planifier le travail pour les travaux de montage et d'installation, y compris l'installation du chantier, la sécurité au travail et la protection de l'environnement. • Calculer les matériaux et établir une liste de matériaux pour les travaux de montage et d'installation. <p>La mise en service, l'établissement de mesures et le dépannage ne font pas partie du travail de projet !</p> <p>La documentation écrite comprend :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disposition du toit, plan de câblage, plan d'installation, schéma de principe, plans de lestage, plans des crochets de toit, plans de montage. • Description de l'installation choisie, y compris l'optimisation énergétique, le stockage • Planification des travaux et liste des matériaux • Concept de sécurité et planification de la protection contre les chutes 	
<p>c.4.12 Expliquer les exigences et les normes de la ligne de courant alternatif à partir des bornes de sortie de l'interrupteur d'installation (C2)</p> <p>c.4.13 Evaluer la pose des câbles de courant alternatif à partir des bornes de sortie du disjoncteur d'installation et le raccordement à l'onduleur (C6)</p> <p>c.4.14 Expliquer le fonctionnement et les exigences de la liaison équipotentielle (paratonnerre intérieur), du paratonnerre extérieur et de la mise à la terre (C2)</p> <p>c.4.15 Evaluer la réalisation et le raccordement de la liaison équipotentielle, de la protection extérieure contre la foudre et de la mise à la terre (C6)</p>	<p>19.02</p> <p>Les projets sont présentés en classe et expliqués en détail.</p> <p>Les présentations et les documents du mandat sont évalués de manière critique par les autres groupes et des mesures d'amélioration ainsi que des questions sur le contenu des projets sont déterminées.</p> <p>Les mesures d'amélioration et les questions sont discutées et approfondies en séance plénière.</p>	25

<p>c.5.1 Expliquer le fonctionnement et les exigences des systèmes de stockage (C2)</p> <p>c.5.2 Expliquer les exigences et les normes pour le choix des câbles de courant continu et des lignes pour le raccordement de l'accumulateur (C2)</p> <p>c.5.3 Comparer les possibilités d'optimisation et de gestion de l'énergie ainsi que de consommation propre (C4)</p> <p>c.5.4 Expliquer les exigences et les normes relatives au montage des systèmes de stockage (C2)</p> <p>c.5.5 Evaluer la pose et le raccordement de systèmes d'accumulation avec couplage courant continu/courant alternatif (C6)</p> <p>c.6.2 Décrire le déroulement et les exigences du premier contrôle des installations (C2)</p>		
AIA		4

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
<ul style="list-style-type: none"> Projet en groupe 	<ul style="list-style-type: none"> Montage solaire, enveloppe du bâtiment Suisse Installations photovoltaïques, Christof Bucher Formation spécialisée Bases de l'enveloppe du bâtiment Matière d'enseignement OIBT14 PV, Energieakademie Toggenburg Livre spécialisé sur le photovoltaïque, Energieakademie Toggenburg Brochure fournisseurs (p. ex. Plica, Bettermann) Instructions d'installation du fabricant de modules Instructions d'installation du fabricant d'onduleurs Instructions de montage fabricant de connecteurs Matériel pédagogique complet 	

Thème d'apprentissage 20 : Paramétrages et mesures		
3^e année d'apprentissage / 4^e trimestre	Domaines de compétences opérationnelles : c Montage et mise en place des installations solaires Compétences opérationnelles : c.6 Effectuer la mise en service de l'installation solaire	Nombre de leçons : 34 dont 4 AIA

Situation de travail
<p>Au cours des quatre derniers jours, une installation solaire de 6 kW a été installée sur un abri de voiture chez la famille Hans Muster à Uzwil. L'installation est maintenant terminée et doit être mise en service aujourd'hui. Tous les documents ainsi que le protocole de mesure et de contrôle ont été remis par le chef de projet.</p>

Objectifs d'apprentissage
<ul style="list-style-type: none"> - Vous planifiez le premier contrôle d'une installation solaire selon la norme en vigueur avec une séquence judicieuse et préparez la documentation (C3) (c.6.2) - Vous effectuez de manière autonome un premier contrôle d'une installation photovoltaïque conformément aux normes en vigueur (C3) (c.6.3 - c.6.5) - Vous interprétez les résultats existants des contrôles initiaux et prenez des mesures en cas de résultats de mesure erronés. (C6) (c.6.3) - Tu es capable de mettre en service un onduleur conformément aux normes en vigueur et tu décris les effets des différents réglages (C3) (c.6.5) - Vous comparez, à l'aide de graphiques ou de valeurs caractéristiques issues de systèmes de surveillance, les rendements théoriques et réels d'installations solaires et décrivez les sources d'erreur possibles. (C5) (c.6.6)

Objectifs évaluateurs EP	Contenus pédagogiques	Leçons
	20.00 Entrée en matière	<u>1</u>
c.6.2 Décrire le déroulement et les exigences du premier contrôle des installations (C2)	20.01 <ul style="list-style-type: none"> • Documentation du système selon la norme SN EN 62446-1 <ul style="list-style-type: none"> - Vérification de son intégralité - Contrôle de l'exactitude de toutes les informations <ul style="list-style-type: none"> - Identification du projet - Puissance nominale du système en kW DC ou kVA AC - Modules PV et onduleurs - Date d'installation - Date de mise en service - Nom du client - Adresse du lieu d'installation - Informations sur le concepteur du système - Informations sur l'installateur - Schéma électrique, fiches techniques, <ul style="list-style-type: none"> - Générateur PV - Câblage DC (éventuellement dispositifs de protection contre les surintensités) - Mise à la terre et équipotentialité - Protection contre les surtensions ou la foudre - Réseau électrique alternatif - Données de conception et de maintenance <ul style="list-style-type: none"> - Arrêt d'urgence / dispositif de déconnexion - Recommandations de nettoyage et de maintenance - Liste de contrôle de ce qui doit être fait en cas de panne de l'installation - Futurs travaux sur le bâtiment susceptibles d'affecter le générateur photovoltaïque (par exemple, points d'ancrage pour les travaux sur le toit) - Plan d'acheminement du câble DC à titre d'information pour les pompiers 	<u>3</u>

c.6.3 Effectuer des mesures, les consigner et les interpréter (C5)	<p>20.02</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2. examens <ul style="list-style-type: none"> - Tests de tous les composants de courant alternatif conformément à la norme NIBT, partie 6 <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle visuel - Mesures (mesure de l'isolation, impédance de boucle ou courant de court-circuit, test de déclenchement des dispositifs de protection contre les courants de défaut (RCD), résistance PE, SPA, ZSPA avec mesures de basse impédance, tension du réseau, champ tournant et chute de tension) - Contrôle du fonctionnement des dispositifs de protection tels que LS, RCD, dispositifs de sécurité tels que l'arrêt d'urgence • Protocole selon l'ordonnance du DETEC art. 13+14 avec le remplissage du protocole de mesure et de contrôle <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle visuel des composants de courant continu selon SNG 491000 - 2086b - Mesures selon SNG 491000 - 2086b <ul style="list-style-type: none"> - Conductivité des conducteurs de protection et d'équipotentialité - Tension à vide U_0 et polarité - Courant de court-circuit I_{sc} ou courant de service I_{mpp} • Mesure de l'isolation Riso 	<u>5</u>
c.6.4 Décrire le déroulement et les réglages de la mise en service (C2)	<p>20.03</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déroulement de la mise en service <ul style="list-style-type: none"> - Effectuer les mesures - Mise en service de l'installation conformément aux instructions d'installation du fabricant - Réglage des caractéristiques nécessaires telles que <ul style="list-style-type: none"> - Réglage du pays - Date et heure - Contrôle du bon fonctionnement de tous les équipements 	<u>2</u>
c.6.5 Evaluer les réglages de la mise en service (C6)	<p>20.04</p> <ul style="list-style-type: none"> • Réseau électrique européen, structure, interdépendances et défis <ul style="list-style-type: none"> - Fréquence, black-out, black-start 	<u>11</u>

	<ul style="list-style-type: none"> • Problèmes possibles si de nombreux onduleurs du réseau sont mal paramétrés ; à l'aide d'exemples • Comportement d'un onduleur en termes de fréquence et de tension • Ce qu'un onduleur peut ou ne peut pas influencer dans le réseau • Possibilités de réglage de base de l'onduleur <ul style="list-style-type: none"> - Langue, date, heure - Lire, configurer correctement et vérifier d'autres composants contrôlés par l'onduleur, tels que les compteurs. - Norme de pays, NA/EEA-NE7 - CH 2020 <ul style="list-style-type: none"> - Quelle est la norme nationale alternative qui peut être réglée si la norme CH en vigueur ne peut pas être réglée ? • Protection NA : les exigences au fil du temps <ul style="list-style-type: none"> - Retrofit - Avenir • Discuter des paramètres et de leur fonction pour le soutien au réseau de NA/EEA-NE7 - CH 2020 <ul style="list-style-type: none"> - $U_{>>}$, $U_{>}$, $U_{ac\ max}$, $U_{<}$, $U_{>>}$, $U_{ac\ min}$ - $P(f)$, f_{start}, $P(f)_{red}$, f_{min}, f_{max} - Anti-isolement - Augmentation Pac, temps de reconnexion en cas d'erreur - Comportement FRT • Autres paramètres et leur fonction de soutien au réseau <ul style="list-style-type: none"> - $Q(U)$, $Q(P)/\cos\phi(P)$ - Puissance max. Puissance d'alimentation, avec régulation de l'autoconsommation - Commande à distance/déconnexion de l'onduleur • Différence entre le système de flèche producteur/consommateur et son utilisation correcte pour le réglage de la puissance réactive des onduleurs. • Protection NA externe supplémentaire pour les installations >30kVA <ul style="list-style-type: none"> - Avantages et inconvénients d'une protection NA supplémentaire 	
--	---	--

c.6.6 Décrire les systèmes de surveillance (C2)	20.05	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Qu'est-ce qu'un système de surveillance, quelles sont les exigences de base d'un tel système ? <ul style="list-style-type: none"> - Identifier une défaillance de l'onduleur ou du générateur. - Identifier les écarts théoriques en termes de puissance/rendement énergétique. - Potentiel d'optimisation en vue de l'optimisation de l'autoconsommation 	
	20.06	3
	<ul style="list-style-type: none"> • Quels sont les paramètres qui peuvent être extraits d'un système de monitoring ? <ul style="list-style-type: none"> - kWh/kWp, kWh/kVA - Heures de pleine charge - Ecart de branche en %. 	
AIA		4

Forme de travail spécifique	Littérature spécialisée possible	Mission trimestrielle évaluée (approfondissement du thème d'apprentissage et lien avec la pratique)
	<ul style="list-style-type: none"> • Matière d'enseignement OIBT14 PV, Académie de l'énergie du Toggenburg • Livre spécialisé sur le photovoltaïque, Christof Bucher • Manuel de mesure selon NIN20XX 	