

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Energy management system application program interface (EMS-API) –
Part 301: Common information model (CIM) base**

**Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie
(EMS-API) –
Partie 301: Base de modèle d'information commun (CIM)**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

XH

ICS 33.200

ISBN 978-2-83220-813-7

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	18
INTRODUCTION	20
1 Scope.....	22
2 Normative references.....	22
3 Terms and definitions.....	23
4 CIM specification.....	23
4.1 CIM modeling notation.....	23
4.2 CIM packages.....	23
4.3 CIM classes and relationships	25
4.3.1 Classes.....	25
4.3.2 Generalization	26
4.3.3 Simple association	27
4.3.4 Aggregation.....	28
4.4 CIM model concepts and examples.....	28
4.4.1 Concepts.....	28
4.4.2 Containment, equipment hierarchies and naming.....	28
4.4.3 Connectivity model.....	31
4.4.4 Inheritance hierarchy.....	34
4.4.5 Transformer model.....	36
4.4.6 Regulating transformer modeling	37
4.4.7 Measurements and controls	40
4.4.8 Regulating control models.....	44
4.5 Modeling guidelines.....	44
4.5.1 Modeling for change	44
4.5.2 Process for amendments to the CIM.....	45
4.5.3 Changes to the CIM UML model	45
4.5.4 Changes to the CIM standards documents.....	45
4.5.5 CIM profiles.....	45
4.6 Modeling tools	46
4.7 User implementation conventions	46
4.8 CIM modeling examples.....	46
5 Detailed model	47
5.1 Overview.....	47
5.2 Context.....	47
6 Package architecture	49
6.1 Top package IEC61970	49
6.1.1 General.....	49
6.1.2 IEC61970CIMVersion root class	49
6.1.3 Package Domain.....	50
6.1.4 Package Core.....	69
6.1.5 Package OperationalLimits.....	96
6.1.6 Package Topology.....	103
6.1.7 Package Wires.....	110
6.1.8 Package Generation.....	174
6.1.9 Package LoadModel	238
6.1.10 Package Outage	251

6.1.11 Package Protection	256
6.1.12 Package Equivalents	262
6.1.13 Package Meas	267
6.1.14 Package SCADA	291
6.1.15 Package ControlArea	296
6.1.16 Package Contingency	302
6.1.17 Package StateVariables	305
Bibliography	310
Figure 1 – CIM IEC 61970-301 package diagram	25
Figure 2 – Example of generalization	27
Figure 3 – Example of simple association	28
Figure 4 – Example of aggregation	28
Figure 5 – Equipment containers	30
Figure 6 – Connectivity model	31
Figure 7 – Simple network example	33
Figure 8 – Simple network connectivity modeled with CIM Topology	33
Figure 9 – Equipment inheritance hierarchy	35
Figure 10 – Transformer model	37
Figure 11 – Symmetrical Phase Shifter	38
Figure 12 – Asymmetrical Phase Shifter	39
Figure 13 – Navigating from PSR to MeasurementValue	41
Figure 14 – Measurement placement	43
Figure 15 – Regulating control models	44
Figure 16 – CIM top level packages	47
Figure 17 – Logical diagram IEC61970::Main	49
Figure 18 – Logical diagram Domain::CombinedDatatypes	50
Figure 19 – Logical diagram Domain::BasicDatatypes	51
Figure 20 – Logical diagram Domain::ElectricityDatatypes	51
Figure 21 – Logical diagram Domain::EnumeratedUnitDatatypes	52
Figure 22 – Logical diagram Domain::GeneralDatatypes	53
Figure 23 – Logical diagram Domain::MonetaryDatatypes	54
Figure 24 – Logical diagram Domain::TimeDatatypes	54
Figure 25 – Logical diagram Core::Reporting	69
Figure 26 – Logical diagram Core::Main	70
Figure 27 – Logical diagram Core::CurveSchedule	71
Figure 28 – Logical diagram Core::Datatypes	71
Figure 29 – Logical diagram Core::DocumentationExampleAggregation	72
Figure 30 – Logical diagram Core::DocumentationExampleAssociation	72
Figure 31 – Logical diagram Core::Ownership	73
Figure 32 – Logical diagram OperationalLimits::OperationalLimits	96
Figure 33 – Logical diagram OperationalLimits::BranchGroup	97
Figure 34 – Logical diagram Topology::TopologicalNodeTerminal	104
Figure 35 – Logical diagram Topology::Topology	105

Figure 36 – Logical diagram Topology::TopologyMeasRelations	106
Figure 37 – Logical diagram Topology::TopologyReporting	107
Figure 38 – Logical diagram Topology::Main	108
Figure 39 – Logical diagram Wires::DocumentationExampleInheritance	111
Figure 40 – Logical diagram Wires::MutualCoupling	112
Figure 41 – Logical diagram Wires::Schedules	113
Figure 42 – Logical diagram Wires::Datatypes	114
Figure 43 – Logical diagram Wires::InheritanceHierarchy	115
Figure 44 – Logical diagram Wires::LineModel	116
Figure 45 – Logical diagram Wires::NamingHierarchyPart1	117
Figure 46 – Logical diagram Wires::NamingHierarchyPart2	118
Figure 47 – Logical diagram Wires::RegulatingEquipment	119
Figure 48 – Logical diagram Wires::TransformerModel	120
Figure 49 – Logical diagram Wires::VoltageControl	121
Figure 50 – Logical diagram Generation::Main	175
Figure 51 – Logical diagram GenerationDynamics::Main	175
Figure 52 – Logical diagram GenerationDynamics::Datatypes	176
Figure 53 – Logical diagram Production::Nuclear	192
Figure 54 – Logical diagram Production::Main	193
Figure 55 – Logical diagram Production::Datatypes	194
Figure 56 – Logical diagram Production::Hydro	195
Figure 57 – Logical diagram Production::Thermal	196
Figure 58 – Logical diagram LoadModel::Main	238
Figure 59 – Logical diagram LoadModel::Datatypes	239
Figure 60 – Logical diagram Outage::Datatypes	251
Figure 61 – Logical diagram Outage::Main	252
Figure 62 – Logical diagram Protection::Main	256
Figure 63 – Logical diagram Equivalents::Main	262
Figure 64 – Logical diagram Meas::Datatypes	268
Figure 65 – Logical diagram Meas::Meas	268
Figure 66 – Logical diagram Meas::Control	269
Figure 67 – Logical diagram Meas::InheritanceStructure	270
Figure 68 – Logical diagram Meas::Measurement with limits	271
Figure 69 – Logical diagram Meas::Quality	272
Figure 70 – Logical diagram SCADA::Datatypes	292
Figure 71 – Logical diagram SCADA::Main	292
Figure 72 – Logical diagram ControlArea::ControlArea	297
Figure 73 – Logical diagram ControlArea::ControlAreaInheritance	298
Figure 74 – Logical diagram ControlArea::Datatypes	298
Figure 75 – Logical diagram Contingency::Contingency	302
Figure 76 – Logical diagram StateVariables::StateVariables	305
Table 1 – MeasurementType naming conventions	42

Table 2 – MeasurementValueSource naming conventions.....	43
Table 3 – Attributes	47
Table 4 – Association ends.....	48
Table 5 – Enums	48
Table 6 – Attributes of IEC61970::IEC61970CIMVersion.....	50
Table 7 – Attributes of Domain::AbsoluteDate.....	54
Table 8 – Attributes of Domain::AbsoluteDateTime	55
Table 9 – Attributes of Domain::ActivePower	55
Table 10 – Attributes of Domain::ActivePowerChangeRate	55
Table 11 – Attributes of Domain::Admittance	56
Table 12 – Attributes of Domain::AngleDegrees.....	56
Table 13 – Attributes of Domain::AngleRadians	56
Table 14 – Attributes of Domain::ApparentPower	56
Table 15 – Attributes of Domain::Capacitance	57
Table 16 – Attributes of Domain::Conductance	57
Table 17 – Attributes of Domain::CostPerEnergyUnit.....	57
Table 18 – Attributes of Domain::CostRate.....	58
Table 19 – Literals of Domain::Currency	58
Table 20 – Attributes of Domain::CurrentFlow.....	58
Table 21 – Attributes of Domain::Damping	59
Table 22 – Attributes of Domain::FloatQuantity.....	59
Table 23 – Attributes of Domain::Frequency	59
Table 24 – Attributes of Domain::Hours.....	60
Table 25 – Attributes of Domain::Impedance	60
Table 26 – Attributes of Domain::Inductance	60
Table 27 – Attributes of Domain::IntegerQuantity	60
Table 28 – Attributes of Domain::KWActivePower	61
Table 29 – Attributes of Domain::Length	61
Table 30 – Attributes of Domain::Minutes.....	61
Table 31 – Literals of Domain::MonetaryAmountPerEnergyUnit	62
Table 32 – Literals of Domain::MonetaryAmountPerHeatUnit	62
Table 33 – Literals of Domain::MonetaryAmountRate	62
Table 34 – Attributes of Domain::Money.....	62
Table 35 – Attributes of Domain::PerCent	63
Table 36 – Attributes of Domain::Pressure	63
Table 37 – Attributes of Domain::PU.....	63
Table 38 – Attributes of Domain::Reactance.....	63
Table 39 – Attributes of Domain::ReactivePower	64
Table 40 – Attributes of Domain::RealEnergy	64
Table 41 – Attributes of Domain::Resistance	64
Table 42 – Attributes of Domain::RotationSpeed.....	65
Table 43 – Attributes of Domain::Seconds.....	65
Table 44 – Attributes of Domain::StringQuantity.....	65

Table 45 – Attributes of Domain::Susceptance.....	66
Table 46 – Attributes of Domain::Temperature.....	66
Table 47 – Literals of Domain::UnitMultiplier	66
Table 48 – Literals of Domain::UnitSymbol.....	67
Table 49 – Attributes of Domain::Voltage	68
Table 50 – Attributes of Domain::VoltagePerReactivePower.....	68
Table 51 – Attributes of Domain::Volume	68
Table 52 – Attributes of Domain::WaterLevel.....	68
Table 53 – Attributes of Domain::Weight	69
Table 54 – Attributes of Core::ReportingGroup	73
Table 55 – Association ends of Core::ReportingGroup with other classes.....	74
Table 56 – Attributes of Core::ReportingSuperGroup.....	74
Table 57 – Association ends of Core::ReportingSuperGroup with other classes	74
Table 58 – Attributes of Core::BasePower.....	74
Table 59 – Attributes of Core::BaseVoltage.....	75
Table 60 – Association ends of Core::BaseVoltage with other classes.....	75
Table 61 – Attributes of Core::BasicIntervalSchedule	76
Table 62 – Attributes of Core::Bay.....	76
Table 63 – Association ends of Core::Bay with other classes	77
Table 64 – Literals of Core::BreakerConfiguration.....	77
Table 65 – Literals of Core::BusbarConfiguration.....	77
Table 66 – Literals of Core::CompanyType.....	78
Table 67 – Attributes of Core::ConductingEquipment.....	78
Table 68 – Association ends of Core::ConductingEquipment with other classes	78
Table 69 – Attributes of Core::ConnectivityNode.....	79
Table 70 – Association ends of Core::ConnectivityNode with other classes	79
Table 71 – Attributes of Core::ConnectivityNodeContainer.....	80
Table 72 – Association ends of Core::ConnectivityNodeContainer with other classes.....	80
Table 73 – Attributes of Core::Curve.....	80
Table 74 – Association ends of Core::Curve with other classes	81
Table 75 – Attributes of Core::CurveData.....	81
Table 76 – Association ends of Core::CurveData with other classes	81
Table 77 – Literals of Core::CurveStyle.....	82
Table 78 – Attributes of Core::Equipment.....	82
Table 79 – Association ends of Core::Equipment with other classes	82
Table 80 – Attributes of Core::EquipmentContainer.....	83
Table 81 – Association ends of Core::EquipmentContainer with other classes	83
Table 82 – Attributes of Core::GeographicalRegion.....	84
Table 83 – Association ends of Core::GeographicalRegion with other classes	84
Table 84 – Attributes of Core::IdentifiedObject	84
Table 85 – Attributes of Core::IrregularIntervalSchedule	85
Table 86 – Association ends of Core::IrregularIntervalSchedule with other classes	85
Table 87 – Attributes of Core::IrregularTimePoint	86

Table 88 – Association ends of Core::IrregularTimePoint with other classes	86
Table 89 – Attributes of Core::OperatingParticipant.....	86
Table 90 – Association ends of Core::OperatingParticipant with other classes	86
Table 91 – Attributes of Core::OperatingShare	87
Table 92 – Association ends of Core::OperatingShare with other classes	87
Table 93 – Literals of Core::PhaseCode.....	87
Table 94 – Attributes of Core::PowerSystemResource.....	88
Table 95 – Association ends of Core::PowerSystemResource with other classes	88
Table 96 – Attributes of Core::PsrList	89
Table 97 – Association ends of Core::PsrList with other classes.....	89
Table 98 – Attributes of Core::PSRType.....	89
Table 99 – Association ends of Core::PSRType with other classes	89
Table 100 – Attributes of Core::RegularIntervalSchedule	90
Table 101 – Association ends of Core::RegularIntervalSchedule with other classes.....	90
Table 102 – Attributes of Core::RegularTimePoint.....	91
Table 103 – Association ends of Core::RegularTimePoint with other classes	91
Table 104 – Attributes of Core::SubGeographicalRegion	91
Table 105 – Association ends of Core::SubGeographicalRegion with other classes	91
Table 106 – Attributes of Core::Substation	92
Table 107 – Association ends of Core::Substation with other classes.....	92
Table 108 – Attributes of Core::Terminal.....	93
Table 109 – Association ends of Core::Terminal with other classes	93
Table 110 – Attributes of Core::Unit.....	94
Table 111 – Association ends of Core::Unit with other classes	95
Table 112 – Attributes of Core::VoltageLevel.....	95
Table 113 – Association ends of Core::VoltageLevel with other classes	95
Table 114 – Literals of OperationalLimits::OperationalLimitDirectionKind	97
Table 115 – Attributes of OperationalLimits::OperationalLimitType	98
Table 116 – Association ends of OperationalLimits::OperationalLimitType with other classes.....	98
Table 117 – Attributes of OperationalLimits::ActivePowerLimit	98
Table 118 – Association ends of OperationalLimits::ActivePowerLimit with other classes.....	99
Table 119 – Attributes of OperationalLimits::ApparentPowerLimit	99
Table 120 – Association ends of OperationalLimits::ApparentPowerLimit with other classes.....	99
Table 121 – Attributes of OperationalLimits::BranchGroup	100
Table 122 – Association ends of OperationalLimits::BranchGroup with other classes.....	100
Table 123 – Attributes of OperationalLimits::BranchGroupTerminal.....	100
Table 124 – Association ends of OperationalLimits::BranchGroupTerminal with other classes.....	100
Table 125 – Attributes of OperationalLimits::CurrentLimit	101
Table 126 – Association ends of OperationalLimits::CurrentLimit with other classes	101
Table 127 – Attributes of OperationalLimits::OperationalLimit	101

Table 128 – Association ends of OperationalLimits::OperationalLimit with other classes	102
Table 129 – Attributes of OperationalLimits::OperationalLimitSet.....	102
Table 130 – Association ends of OperationalLimits::OperationalLimitSet with other classes.....	102
Table 131 – Attributes of OperationalLimits::VoltageLimit	103
Table 132 – Association ends of OperationalLimits::VoltageLimit with other classes	103
Table 133 – Attributes of Topology::BusNameMarker	109
Table 134 – Association ends of Topology::BusNameMarker with other classes.....	109
Table 135 – Attributes of Topology::TopologicalNode	109
Table 136 – Association ends of Topology::TopologicalNode with other classes.....	110
Table 137 – Attributes of Wires::ImpedanceVariationCurve	121
Table 138 – Association ends of Wires::ImpedanceVariationCurve with other classes.....	122
Table 139 – Attributes of Wires::PhaseVariationCurve.....	122
Table 140 – Association ends of Wires::PhaseVariationCurve with other classes	123
Table 141 – Attributes of Wires::RatioVariationCurve	123
Table 142 – Association ends of Wires::RatioVariationCurve with other classes.....	123
Table 143 – Literals of Wires::RegulatingControlModeKind	124
Table 144 – Attributes of Wires::SwitchSchedule	124
Table 145 – Association ends of Wires::SwitchSchedule with other classes.....	125
Table 146 – Attributes of Wires::ACLineSegment.....	125
Table 147 – Association ends of Wires::ACLineSegment with other classes	126
Table 148 – Attributes of Wires::Breaker.....	126
Table 149 – Association ends of Wires::Breaker with other classes	127
Table 150 – Attributes of Wires::BusbarSection	127
Table 151 – Association ends of Wires::BusbarSection with other classes.....	128
Table 152 – Attributes of Wires::CompositeSwitch	129
Table 153 – Association ends of Wires::CompositeSwitch with other classes.....	129
Table 154 – Attributes of Wires::CompositeSwitchType	129
Table 155 – Attributes of Wires::Conductor	130
Table 156 – Association ends of Wires::Conductor with other classes.....	130
Table 157 – Attributes of Wires::Connector	131
Table 158 – Association ends of Wires::Connector with other classes.....	131
Table 159 – Literals of Wires::CoolantType	132
Table 160 – Attributes of Wires::DCLineSegment.....	132
Table 161 – Association ends of Wires::DCLineSegment with other classes	132
Table 162 – Attributes of Wires::Disconnecter	133
Table 163 – Association ends of Wires::Disconnecter with other classes.....	133
Table 164 – Attributes of Wires::EnergyConsumer	134
Table 165 – Association ends of Wires::EnergyConsumer with other classes.....	135
Table 166 – Attributes of Wires::EnergySource.....	135
Table 167 – Association ends of Wires::EnergySource with other classes	136
Table 168 – Attributes of Wires::FrequencyConverter.....	136
Table 169 – Association ends of Wires::FrequencyConverter with other classes	137

Table 170 – Attributes of Wires::Fuse	138
Table 171 – Association ends of Wires::Fuse with other classes.....	138
Table 172 – Attributes of Wires::Ground	139
Table 173 – Association ends of Wires::Ground with other classes	139
Table 174 – Attributes of Wires::GroundDisconnector.....	140
Table 175 – Association ends of Wires::GroundDisconnector with other classes	140
Table 176 – Attributes of Wires::HeatExchanger	141
Table 177 – Association ends of Wires::HeatExchanger with other classes.....	141
Table 178 – Attributes of Wires::Jumper	141
Table 179 – Association ends of Wires::Jumper with other classes	142
Table 180 – Attributes of Wires::Junction.....	143
Table 181 – Association ends of Wires::Junction with other classes.....	143
Table 182 – Attributes of Wires::Line.....	144
Table 183 – Association ends of Wires::Line with other classes.....	144
Table 184 – Attributes of Wires::LoadBreakSwitch	144
Table 185 – Association ends of Wires::LoadBreakSwitch with other classes.....	145
Table 186 – Attributes of Wires::MutualCoupling.....	146
Table 187 – Association ends of Wires::MutualCoupling with other classes	146
Table 188 – Attributes of Wires::OperatingMode	147
Table 189 – Attributes of Wires::PhaseTapChanger	147
Table 190 – Association ends of Wires::PhaseTapChanger with other classes	148
Table 191 – Literals of Wires::PhaseTapChangerKind	149
Table 192 – Attributes of Wires::Plant.....	149
Table 193 – Association ends of Wires::Plant with other classes	149
Table 194 – Attributes of Wires::PowerTransformer	150
Table 195 – Association ends of Wires::PowerTransformer with other classes	150
Table 196 – Attributes of Wires::ProtectedSwitch.....	151
Table 197 – Association ends of Wires::ProtectedSwitch with other classes	151
Table 198 – Attributes of Wires::RatioTapChanger.....	152
Table 199 – Association ends of Wires::RatioTapChanger with other classes	152
Table 200 – Attributes of Wires::ReactiveCapabilityCurve.....	153
Table 201 – Association ends of Wires::ReactiveCapabilityCurve with other classes	154
Table 202 – Attributes of Wires::RectifierInverter	154
Table 203 – Association ends of Wires::RectifierInverter with other classes.....	155
Table 204 – Attributes of Wires::RegulatingCondEq	155
Table 205 – Association ends of Wires::RegulatingCondEq with other classes.....	156
Table 206 – Attributes of Wires::RegulatingControl	156
Table 207 – Association ends of Wires::RegulatingControl with other classes.....	157
Table 208 – Attributes of Wires::RegulationSchedule	157
Table 209 – Association ends of Wires::RegulationSchedule with other classes	158
Table 210 – Attributes of Wires::Resistor	158
Table 211 – Association ends of Wires::Resistor with other classes.....	159
Table 212 – Attributes of Wires::SeriesCompensator.....	159

Table 213 – Association ends of Wires::SeriesCompensator with other classes	160
Table 214 – Attributes of Wires::ShuntCompensator	160
Table 215 – Association ends of Wires::ShuntCompensator with other classes	161
Table 216 – Attributes of Wires::StaticVarCompensator.....	162
Table 217 – Association ends of Wires::StaticVarCompensator with other classes	163
Table 218 – Literals of Wires::SVCControlMode	163
Table 219 – Attributes of Wires::Switch.....	164
Table 220 – Association ends of Wires::Switch with other classes	164
Table 221 – Attributes of Wires::SynchronousMachine	165
Table 222 – Association ends of Wires::SynchronousMachine with other classes	166
Table 223 – Literals of Wires::SynchronousMachineOperatingMode	167
Table 224 – Literals of Wires::SynchronousMachineType	167
Table 225 – Attributes of Wires::TapChanger	168
Table 226 – Association ends of Wires::TapChanger with other classes	168
Table 227 – Literals of Wires::TapChangerKind	169
Table 228 – Attributes of Wires::TapSchedule	169
Table 229 – Association ends of Wires::TapSchedule with other classes	170
Table 230 – Literals of Wires::TransformerControlMode	170
Table 231 – Attributes of Wires::TransformerWinding	170
Table 232 – Association ends of Wires::TransformerWinding with other classes.....	171
Table 233 – Attributes of Wires::VoltageControlZone	172
Table 234 – Association ends of Wires::VoltageControlZone with other classes	172
Table 235 – Literals of Wires::WindingConnection	173
Table 236 – Attributes of Wires::WindingTest	173
Table 237 – Association ends of Wires::WindingTest with other classes	174
Table 238 – Literals of Wires::WindingType.....	174
Table 239 – Literals of GenerationDynamics::BoilerControlMode.....	176
Table 240 – Attributes of GenerationDynamics::BWRSteamSupply	176
Table 241 – Association ends of GenerationDynamics::BWRSteamSupply with other classes.....	177
Table 242 – Attributes of GenerationDynamics::CombustionTurbine	178
Table 243 – Association ends of GenerationDynamics::CombustionTurbine with other classes.....	178
Table 244 – Attributes of GenerationDynamics::CTTempActivePowerCurve.....	179
Table 245 – Association ends of GenerationDynamics::CTTempActivePowerCurve with other classes	179
Table 246 – Attributes of GenerationDynamics::DrumBoiler	180
Table 247 – Association ends of GenerationDynamics::DrumBoiler with other classes	181
Table 248 – Attributes of GenerationDynamics::FossilSteamSupply	181
Table 249 – Association ends of GenerationDynamics::FossilSteamSupply with other classes.....	182
Table 250 – Attributes of GenerationDynamics::HeatRecoveryBoiler.....	182
Table 251 – Association ends of GenerationDynamics::HeatRecoveryBoiler with other classes.....	183
Table 252 – Attributes of GenerationDynamics::HydroTurbine.....	184

Table 253 – Association ends of GenerationDynamics::HydroTurbine with other classes.....	184
Table 254 – Attributes of GenerationDynamics::PrimeMover	185
Table 255 – Association ends of GenerationDynamics::PrimeMover with other classes.....	185
Table 256 – Attributes of GenerationDynamics::PWRSteamSupply	185
Table 257 – Association ends of GenerationDynamics::PWRSteamSupply with other classes.....	186
Table 258 – Attributes of GenerationDynamics::SteamSupply	187
Table 259 – Association ends of GenerationDynamics::SteamSupply with other classes....	187
Table 260 – Attributes of GenerationDynamics::SteamTurbine	187
Table 261 – Association ends of GenerationDynamics::SteamTurbine with other classes.....	188
Table 262 – Attributes of GenerationDynamics::Subcritical	188
Table 263 – Association ends of GenerationDynamics::Subcritical with other classes.....	189
Table 264 – Attributes of GenerationDynamics::Supercritical	190
Table 265 – Association ends of GenerationDynamics::Supercritical with other classes	191
Table 266 – Literals of GenerationDynamics::TurbineType.....	191
Table 267 – Literals of Production::HydroEnergyConversionKind.....	196
Table 268 – Attributes of Production::NuclearGeneratingUnit	197
Table 269 – Association ends of Production::NuclearGeneratingUnit with other classes.....	198
Table 270 – Attributes of Production::WindGeneratingUnit.....	199
Table 271 – Association ends of Production::WindGeneratingUnit with other classes	200
Table 272 – Attributes of Production::AirCompressor	201
Table 273 – Association ends of Production::AirCompressor with other classes	201
Table 274 – Attributes of Production::CAESPlant.....	201
Table 275 – Association ends of Production::CAESPlant with other classes	202
Table 276 – Attributes of Production::Classification.....	202
Table 277 – Attributes of Production::CogenerationPlant	202
Table 278 – Association ends of Production::CogenerationPlant with other classes.....	203
Table 279 – Attributes of Production::CombinedCyclePlant.....	203
Table 280 – Association ends of Production::CombinedCyclePlant with other classes	204
Table 281 – Attributes of Production::CostPerHeatUnit.....	204
Table 282 – Attributes of Production::Emission.....	204
Table 283 – Attributes of Production::EmissionAccount	205
Table 284 – Association ends of Production::EmissionAccount with other classes.....	205
Table 285 – Attributes of Production::EmissionCurve	205
Table 286 – Association ends of Production::EmissionCurve with other classes.....	206
Table 287 – Literals of Production::EmissionType.....	206
Table 288 – Literals of Production::EmissionValueSource.....	207
Table 289 – Attributes of Production::FossilFuel	207
Table 290 – Association ends of Production::FossilFuel with other classes.....	208
Table 291 – Attributes of Production::FuelAllocationSchedule	208
Table 292 – Association ends of Production::FuelAllocationSchedule with other classes....	209
Table 293 – Literals of Production::FuelType.....	209

Table 294 – Attributes of Production::GeneratingUnit	209
Table 295 – Association ends of Production::GeneratingUnit with other classes.....	211
Table 296 – Literals of Production::GeneratorControlMode	212
Table 297 – Literals of Production::GeneratorControlSource	212
Table 298 – Literals of Production::GeneratorOperatingMode	213
Table 299 – Attributes of Production::GenUnitOpCostCurve.....	213
Table 300 – Association ends of Production::GenUnitOpCostCurve with other classes	214
Table 301 – Attributes of Production::GenUnitOpSchedule	214
Table 302 – Association ends of Production::GenUnitOpSchedule with other classes	214
Table 303 – Attributes of Production::GrossToNetActivePowerCurve	215
Table 304 – Association ends of Production::GrossToNetActivePowerCurve with other classes.....	215
Table 305 – Attributes of Production::HeatInputCurve	216
Table 306 – Association ends of Production::HeatInputCurve with other classes	216
Table 307 – Attributes of Production::HeatRate	217
Table 308 – Attributes of Production::HeatRateCurve.....	217
Table 309 – Association ends of Production::HeatRateCurve with other classes	217
Table 310 – Attributes of Production::HydroGeneratingEfficiencyCurve	218
Table 311 – Association ends of Production::HydroGeneratingEfficiencyCurve with other classes	218
Table 312 – Attributes of Production::HydroGeneratingUnit.....	219
Table 313 – Association ends of Production::HydroGeneratingUnit with other classes	220
Table 314 – Literals of Production::HydroPlantType	221
Table 315 – Attributes of Production::HydroPowerPlant.....	221
Table 316 – Association ends of Production::HydroPowerPlant with other classes	222
Table 317 – Attributes of Production::HydroPump	222
Table 318 – Association ends of Production::HydroPump with other classes.....	223
Table 319 – Attributes of Production::HydroPumpOpSchedule	223
Table 320 – Association ends of Production::HydroPumpOpSchedule with other classes.....	224
Table 321 – Attributes of Production::IncrementalHeatRateCurve.....	224
Table 322 – Association ends of Production::IncrementalHeatRateCurve with other classes.....	225
Table 323 – Attributes of Production::InflowForecast.....	225
Table 324 – Association ends of Production::InflowForecast with other classes	225
Table 325 – Attributes of Production::LevelVsVolumeCurve	226
Table 326 – Association ends of Production::LevelVsVolumeCurve with other classes.....	226
Table 327 – Attributes of Production::PenstockLossCurve	226
Table 328 – Association ends of Production::PenstockLossCurve with other classes	227
Table 329 – Attributes of Production::Reservoir	227
Table 330 – Association ends of Production::Reservoir with other classes.....	228
Table 331 – Attributes of Production::ShutdownCurve	229
Table 332 – Association ends of Production::ShutdownCurve with other classes.....	229
Table 333 – Attributes of Production::StartIgnFuelCurve.....	230

Table 334 – Association ends of Production::StartIgnFuelCurve with other classes	230
Table 335 – Attributes of Production::StartMainFuelCurve	230
Table 336 – Association ends of Production::StartMainFuelCurve with other classes	231
Table 337 – Attributes of Production::StartRampCurve	231
Table 338 – Association ends of Production::StartRampCurve with other classes	232
Table 339 – Attributes of Production::StartupModel	232
Table 340 – Association ends of Production::StartupModel with other classes	233
Table 341 – Attributes of Production::SteamSendoutSchedule	233
Table 342 – Association ends of Production::SteamSendoutSchedule with other classes	233
Table 343 – Attributes of Production::TailbayLossCurve	234
Table 344 – Association ends of Production::TailbayLossCurve with other classes	234
Table 345 – Attributes of Production::TargetLevelSchedule	234
Table 346 – Association ends of Production::TargetLevelSchedule with other classes	235
Table 347 – Attributes of Production::ThermalGeneratingUnit	235
Table 348 – Association ends of Production::ThermalGeneratingUnit with other classes	237
Table 349 – Attributes of LoadModel::ConformLoad	239
Table 350 – Association ends of LoadModel::ConformLoad with other classes	239
Table 351 – Attributes of LoadModel::ConformLoadGroup	240
Table 352 – Association ends of LoadModel::ConformLoadGroup with other classes	240
Table 353 – Attributes of LoadModel::ConformLoadSchedule	241
Table 354 – Association ends of LoadModel::ConformLoadSchedule with other classes	241
Table 355 – Attributes of LoadModel::DayType	241
Table 356 – Association ends of LoadModel::DayType with other classes	242
Table 357 – Attributes of LoadModel::EnergyArea	242
Table 358 – Association ends of LoadModel::EnergyArea with other classes	242
Table 359 – Attributes of LoadModel::LoadArea	242
Table 360 – Association ends of LoadModel::LoadArea with other classes	243
Table 361 – Attributes of LoadModel::LoadGroup	243
Table 362 – Association ends of LoadModel::LoadGroup with other classes	243
Table 363 – Attributes of LoadModel::LoadResponseCharacteristic	244
Table 364 – Association ends of LoadModel::LoadResponseCharacteristic with other classes	244
Table 365 – Attributes of LoadModel::NonConformLoad	245
Table 366 – Association ends of LoadModel::NonConformLoad with other classes	245
Table 367 – Attributes of LoadModel::NonConformLoadGroup	246
Table 368 – Association ends of LoadModel::NonConformLoadGroup with other classes	246
Table 369 – Attributes of LoadModel::NonConformLoadSchedule	246
Table 370 – Association ends of LoadModel::NonConformLoadSchedule with other classes	247
Table 371 – Attributes of LoadModel::PowerCutZone	247
Table 372 – Association ends of LoadModel::PowerCutZone with other classes	247
Table 373 – Attributes of LoadModel::Season	248

Table 374 – Association ends of LoadModel::Season with other classes	248
Table 375 – Attributes of LoadModel::SeasonDayTypeSchedule.....	248
Table 376 – Association ends of LoadModel::SeasonDayTypeSchedule with other classes.....	249
Table 377 – Literals of LoadModel::SeasonName	249
Table 378 – Attributes of LoadModel::StationSupply.....	249
Table 379 – Association ends of LoadModel::StationSupply with other classes	250
Table 380 – Attributes of LoadModel::SubLoadArea	250
Table 381 – Association ends of LoadModel::SubLoadArea with other classes.....	251
Table 382 – Attributes of Outage::ClearanceTag.....	253
Table 383 – Association ends of Outage::ClearanceTag with other classes	253
Table 384 – Attributes of Outage::ClearanceTagType.....	254
Table 385 – Association ends of Outage::ClearanceTagType with other classes	254
Table 386 – Attributes of Outage::OutageSchedule	254
Table 387 – Association ends of Outage::OutageSchedule with other classes.....	255
Table 388 – Attributes of Outage::SwitchingOperation.....	255
Table 389 – Association ends of Outage::SwitchingOperation with other classes	255
Table 390 – Literals of Outage::SwitchState	256
Table 391 – Attributes of Protection::CurrentRelay.....	256
Table 392 – Association ends of Protection::CurrentRelay with other classes	257
Table 393 – Attributes of Protection::FaultIndicator	258
Table 394 – Association ends of Protection::FaultIndicator with other classes.....	258
Table 395 – Attributes of Protection::ProtectionEquipment.....	258
Table 396 – Association ends of Protection::ProtectionEquipment with other classes	259
Table 397 – Attributes of Protection::RecloseSequence.....	259
Table 398 – Association ends of Protection::RecloseSequence with other classes	260
Table 399 – Attributes of Protection::SurgeProtector	260
Table 400 – Association ends of Protection::SurgeProtector with other classes.....	260
Table 401 – Attributes of Protection::SynchrocheckRelay	261
Table 402 – Association ends of Protection::SynchrocheckRelay with other classes	261
Table 403 – Attributes of Equivalents::EquivalentInjection	263
Table 404 – Association ends of Equivalents::EquivalentInjection with other classes	263
Table 405 – Attributes of Equivalents::EquivalentBranch	264
Table 406 – Association ends of Equivalents::EquivalentBranch with other classes	264
Table 407 – Attributes of Equivalents::EquivalentEquipment	265
Table 408 – Association ends of Equivalents::EquivalentEquipment with other classes.....	265
Table 409 – Attributes of Equivalents::EquivalentNetwork.....	266
Table 410 – Association ends of Equivalents::EquivalentNetwork with other classes	266
Table 411 – Attributes of Equivalents::EquivalentShunt	266
Table 412 – Association ends of Equivalents::EquivalentShunt with other classes.....	267
Table 413 – Attributes of Meas::Accumulator.....	272
Table 414 – Association ends of Meas::Accumulator with other classes	273
Table 415 – Attributes of Meas::AccumulatorLimit.....	273

Table 416 – Association ends of Meas::AccumulatorLimit with other classes	273
Table 417 – Attributes of Meas::AccumulatorLimitSet	274
Table 418 – Association ends of Meas::AccumulatorLimitSet with other classes.....	274
Table 419 – Attributes of Meas::AccumulatorValue	274
Table 420 – Association ends of Meas::AccumulatorValue with other classes	275
Table 421 – Attributes of Meas::Analog	275
Table 422 – Association ends of Meas::Analog with other classes	275
Table 423 – Attributes of Meas::AnalogLimit.....	276
Table 424 – Association ends of Meas::AnalogLimit with other classes	276
Table 425 – Attributes of Meas::AnalogLimitSet.....	276
Table 426 – Association ends of Meas::AnalogLimitSet with other classes	277
Table 427 – Attributes of Meas::AnalogValue	277
Table 428 – Association ends of Meas::AnalogValue with other classes	277
Table 429 – Attributes of Meas::Command	278
Table 430 – Association ends of Meas::Command with other classes.....	278
Table 431 – Attributes of Meas::Control	278
Table 432 – Association ends of Meas::Control with other classes.....	279
Table 433 – Attributes of Meas::ControlType	279
Table 434 – Association ends of Meas::ControlType with other classes.....	279
Table 435 – Attributes of Meas::CurrentTransformer	280
Table 436 – Association ends of Meas::CurrentTransformer with other classes.....	280
Table 437 – Attributes of Meas::Discrete.....	281
Table 438 – Association ends of Meas::Discrete with other classes	281
Table 439 – Attributes of Meas::DiscreteValue	281
Table 440 – Association ends of Meas::DiscreteValue with other classes	282
Table 441 – Attributes of Meas::Limit.....	282
Table 442 – Attributes of Meas::LimitSet.....	283
Table 443 – Attributes of Meas::Measurement	283
Table 444 – Association ends of Meas::Measurement with other classes.....	284
Table 445 – Attributes of Meas::MeasurementValue.....	284
Table 446 – Association ends of Meas::MeasurementValue with other classes	284
Table 447 – Attributes of Meas::MeasurementValueQuality.....	285
Table 448 – Association ends of Meas::MeasurementValueQuality with other classes	285
Table 449 – Attributes of Meas::MeasurementValueSource.....	285
Table 450 – Association ends of Meas::MeasurementValueSource with other classes	286
Table 451 – Attributes of Meas::PotentialTransformer	286
Table 452 – Association ends of Meas::PotentialTransformer with other classes.....	286
Table 453 – Attributes of Meas::Quality61850.....	287
Table 454 – Attributes of Meas::SetPoint	288
Table 455 – Association ends of Meas::SetPoint with other classes.....	288
Table 456 – Attributes of Meas::StringMeasurement.....	289
Table 457 – Association ends of Meas::StringMeasurement with other classes	289
Table 458 – Attributes of Meas::StringMeasurementValue	289

Table 459 – Association ends of Meas::StringMeasurementValue with other classes	290
Table 460 – Literals of Meas::Validity	290
Table 461 – Attributes of Meas::ValueAliasSet	290
Table 462 – Association ends of Meas::ValueAliasSet with other classes	291
Table 463 – Attributes of Meas::ValueToAlias.....	291
Table 464 – Association ends of Meas::ValueToAlias with other classes	291
Table 465 – Attributes of SCADA::CommunicationLink	293
Table 466 – Association ends of SCADA::CommunicationLink with other classes	293
Table 467 – Attributes of SCADA::RemoteControl	293
Table 468 – Association ends of SCADA::RemoteControl with other classes	294
Table 469 – Attributes of SCADA::RemotePoint.....	294
Table 470 – Association ends of SCADA::RemotePoint with other classes.....	294
Table 471 – Attributes of SCADA::RemoteSource	294
Table 472 – Association ends of SCADA::RemoteSource with other classes.....	295
Table 473 – Attributes of SCADA::RemoteUnit	295
Table 474 – Association ends of SCADA::RemoteUnit with other classes	295
Table 475 – Literals of SCADA::RemoteUnitType.....	296
Table 476 – Literals of SCADA::Source	296
Table 477 – Attributes of ControlArea::AltGeneratingUnitMeas.....	299
Table 478 – Association ends of ControlArea::AltGeneratingUnitMeas with other classes.....	299
Table 479 – Attributes of ControlArea::AltTieMeas	299
Table 480 – Association ends of ControlArea::AltTieMeas with other classes.....	299
Table 481 – Attributes of ControlArea::ControlArea.....	300
Table 482 – Association ends of ControlArea::ControlArea with other classes	300
Table 483 – Association ends of ControlArea::ControlAreaGeneratingUnit with other classes.....	301
Table 484 – Literals of ControlArea::ControlAreaTypeKind.....	301
Table 485 – Attributes of ControlArea::TieFlow.....	301
Table 486 – Association ends of ControlArea::TieFlow with other classes	301
Table 487 – Attributes of Contingency::ContingencyEquipment	303
Table 488 – Association ends of Contingency::ContingencyEquipment with other classes.....	303
Table 489 – Literals of Contingency::ContingencyEquipmentStatusKind.....	303
Table 490 – Attributes of Contingency::Contingency.....	304
Table 491 – Association ends of Contingency::Contingency with other classes	304
Table 492 – Attributes of Contingency::ContingencyElement.....	304
Table 493 – Association ends of Contingency::ContingencyElement with other classes	304
Table 494 – Attributes of StateVariables::SvShortCircuit.....	306
Table 495 – Association ends of StateVariables::SvShortCircuit with other classes	306
Table 496 – Attributes of StateVariables::SvInjection	306
Table 497 – Association ends of StateVariables::SvInjection with other classes	306
Table 498 – Attributes of StateVariables::SvPowerFlow.....	307
Table 499 – Association ends of StateVariables::SvPowerFlow with other classes	307

Table 500 – Attributes of StateVariables::SvShuntCompensatorSections.....	307
Table 501 – Association ends of StateVariables::SvShuntCompensatorSections with other classes	307
Table 502 – Attributes of StateVariables::SvStatus	308
Table 503 – Association ends of StateVariables::SvStatus with other classes	308
Table 504 – Attributes of StateVariables::SvTapStep	308
Table 505 – Association ends of StateVariables::SvTapStep with other classes	308
Table 506 – Attributes of StateVariables::SvVoltage.....	308
Table 507 – Association ends of StateVariables::SvVoltage with other classes	309
Table 508 – Attributes of StateVariables::TopologicalIsland	309
Table 509 – Association ends of StateVariables::TopologicalIsland with other classes.....	309

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

ENERGY MANAGEMENT SYSTEM APPLICATION PROGRAM INTERFACE (EMS-API) –

Part 301: Common information model (CIM) base

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.

International Standard IEC 61970-301 has been prepared by IEC technical committee 57: Power systems management and associated information exchange.

This fourth edition cancels and replaces the third edition, published in 2011. This fourth edition constitutes a technical revision.

Major changes from the third edition include the following:

- extensions have been added to support UCTE exchange;
- several classes have been moved from IEC 61970 to the Assets package in IEC 61968;
- the transformer regulation model has been modified and expanded to support phase shifting transformer models needed by ENTSO-E;
- zero and negative sequence impedance terms have been added where missing;
- new StateVariables package has been added to support exchange of network model solutions from power flow, state estimation, etc.;
- additional classes that have been added included:
 - PhaseTapChanger

- RatioTapChanger
- ImpedanceVariationCurve
- RatioVariationCurve
- TapSchedule
- SwitchSchedule
- PhaseVariationCurve
- EquivalentInjection added to the Equivalents package
- WindGeneratingUnit and NuclearGeneratingUnit added as subtypes of GeneratingUnit
- classes that were removed included:
 - Company
 - HeatExchanger
 - MeasurementType class removed and replaced with attribute Measurement.measurementType.
 - Datatypes ShortLength and LongLength were removed and replaced with Length.
 - Load, CustomerLoad, and InductionMotorLoad.
 - Subtypes of ConformLoad and NonConFormLoad
- various editorial changes to cleanup the UML model.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
57/1331/FDIS	57/1349/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts of the IEC 61970 series, under the general title: *Energy management system application program interface (EMS-API)*, can be found on the IEC website.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

This standard is one of several parts of the IEC 61970 series which define an application program interface (API) for an energy management system (EMS). This part of IEC 61970 was originally based upon the work of the EPRI control center API (CCAPI) research project (RP-3654-1). The principle objectives of the EPRI CCAPI project were to

- reduce the cost and time needed to add new applications to an EMS;
- protect the investment of existing applications or systems that are working effectively with an EMS.

The principal objective of the IEC 61970 series of standards is to produce standards which facilitate the integration of EMS applications developed independently by different vendors, between entire EMS systems developed independently, or between an EMS system and other systems concerned with different aspects of power system operations, such as generation or distribution management systems (DMS). This is accomplished by defining application program interfaces to enable these applications or systems access to public data and exchange information independent of how such information is represented internally.

The common information model (CIM) specifies the semantics for this API. The component interface specifications (CIS), which are contained in other parts of the IEC 61970 standards, specify the content of the messages exchanged.

The CIM is an abstract model that represents all the major objects in an electric utility enterprise typically needed to model the operational aspects of a utility. This model includes public classes and attributes for these objects, as well as the relationships between them.

The objects represented in the CIM are abstract in nature and may be used in a wide variety of applications. The use of the CIM goes far beyond its application in an EMS. This standard should be understood as a tool to enable integration in any domain where a common power system model is needed to facilitate interoperability and plug compatibility between applications and systems independent of any particular implementation.

This standard defines the CIM Base set of packages which provide a logical view of the functional aspects of an Energy Management System including SCADA. Other functional areas are standardized in separate IEC documents that augment and reference this base CIM standard. For example, IEC 61968-11 addresses distribution models and references this base CIM standard. While there are multiple IEC standards dealing with different parts of the CIM, there is a single, unified information model comprising the CIM behind all these individual standards documents.

The International Electrotechnical Commission (IEC) draws attention to the fact that it is claimed that compliance with this document may involve the use of a patent concerning a computer-based implementation of an object-oriented power system model in a relational database. As such, it does not conflict with the development of any logical power system model including the Common Information Model (CIM), where implementation of the model is not defined.

The IEC takes no position concerning the evidence, validity and scope of this patent right.

The holder of this patent right has assured the IEC that he/she is willing to negotiate licences either free of charge or under reasonable and non-discriminatory terms and conditions with applicants throughout the world. In this respect, the statement of the holder of this patent right is registered with IEC. Information may be obtained from:

ICL
Wenlock Way
West Gorton
Manchester
M12 5DR
United Kingdom (U.K.)

Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this document may be the subject of patent rights other than those identified above. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

ISO (www.iso.org/patents) and IEC (http://www.iec.ch/tctools/patent_decl.htm) maintain on-line data bases of patents relevant to their standards. Users are encouraged to consult the data bases for the most up to date information concerning patents.

ENERGY MANAGEMENT SYSTEM APPLICATION PROGRAM INTERFACE (EMS-API) –

Part 301: Common information model (CIM) base

1 Scope

This part of IEC 61970 deals with the common information model (CIM), an abstract model that represents all the major objects in an electric utility enterprise typically involved in utility operations.

The object classes represented in the CIM are abstract in nature and may be used in a wide variety of applications. The use of the CIM goes far beyond its application in an EMS. This standard should be understood as a tool to enable integration in any domain where a common power system model is needed to facilitate interoperability and plug compatibility between applications and systems independent of any particular implementation.

By providing a standard way of representing power system resources as object classes and attributes, along with their relationships, the CIM facilitates the integration of Energy Management System (EMS) applications developed independently by different vendors, between entire EMS systems developed independently, or between an EMS system and other systems concerned with different aspects of power system operations, such as generation or distribution management. SCADA (supervisory control and data acquisition) is modeled to the extent necessary to support power system simulation and inter-control center communication. The CIM facilitates integration by defining a common language (i.e. semantics) based on the CIM to enable these applications or systems to access public data and exchange information independent of how such information is represented internally.

Due to the size of the complete CIM, the object classes contained in the CIM are grouped into a number of logical Packages, each of which represents a certain part of the overall power system being modeled. Collections of these Packages are progressed as separate International Standards. This particular International Standard specifies a Base set of packages which provide a logical view of the functional aspects of Energy Management System (EMS) information within the electric utility enterprise that is shared between all applications. Other standards specify more specific parts of the model that are needed by only certain applications. Subclause 4.2 below provides the current grouping of packages into standards documents.

2 Normative references

The following documents, in whole or in part, are normatively referenced in this document and are indispensable for its application. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 61850-7-4, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data object classes*

IEC 61970-2, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 2: Glossary*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	330
INTRODUCTION	333
1 Domaine d'application	335
2 Références normatives.....	335
3 Termes et définitions	336
4 Spécification CIM	336
4.1 Notation de modélisation du CIM	336
4.2 Paquetages CIM	336
4.3 Classes CIM et relations	338
4.3.1 Classes.....	338
4.3.2 Generalization	339
4.3.3 Simple association	340
4.3.4 Aggregation.....	341
4.4 Concepts du modèle CIM et exemples.....	342
4.4.1 Concepts.....	342
4.4.2 Hiérarchies d'emboîtement, d'équipements et dénomination	342
4.4.3 Modèle de connectivité	344
4.4.4 Hiérarchie des héritages	347
4.4.5 Modèle de transformateur	349
4.4.6 Modélisation d'un transformateur de réglage	350
4.4.7 Mesures et commande.....	353
4.4.8 Modèle de commande de régulation.....	358
4.5 Conseils de modélisation	359
4.5.1 Modélisation pour modifications.....	359
4.5.2 Processus pour les amendements au CIM	359
4.5.3 Modifications apportées au modèle UML du CIM	359
4.5.4 Modifications apportées aux documents normatifs du CIM.....	359
4.5.5 Profils CIM	360
4.6 Outils de modélisation	360
4.7 Conventions de mise en œuvre pour les utilisateurs	360
4.8 Exemples de modélisation CIM.....	361
5 Modèle détaillé.....	361
5.1 Vue d'ensemble	361
5.2 Contexte	361
6 Architecture des paquetages.....	363
6.1 Paquetage de haut niveau (Top package) IEC61970.....	363
6.1.1 Généralités.....	363
6.1.2 Classe racine IEC61970CIMVersion.....	364
6.1.3 Paquetage Domain.....	364
6.1.4 Paquetage Core.....	382
6.1.5 Paquetage OperationalLimits.....	411
6.1.6 Paquetage Topology.....	419
6.1.7 Paquetage Wires.....	427
6.1.8 Paquetage Generation.....	495
6.1.9 Paquetage LoadModel.....	563
6.1.10 Paquetage Outage	578

6.1.11	Paquetage Protection	583
6.1.12	Paquetage Equivalents	590
6.1.13	Paquetage Meas	597
6.1.14	Paquetage SCADA	623
6.1.15	Paquetage ControlArea	629
6.1.16	Paquetage Contingency	635
6.1.17	Paquetage StateVariables	638
	Bibliographie	644
Figure 1	– Diagramme du paquetage CIM IEC 61970-301	338
Figure 2	– Exemple de généralisation	340
Figure 3	– Exemple d'association simple	341
Figure 4	– Exemple d'agrégation	341
Figure 5	– EquipmentContainers	343
Figure 6	– Modèle de connectivité	345
Figure 7	– Exemple de réseau simple	346
Figure 8	– Connectivité d'un réseau simple modélisé avec la topologie du CIM	346
Figure 9	– Hiérarchie des héritages de l'Equipment	348
Figure 10	– Modèle de transformateur	350
Figure 11	– Déphaseur symétrique	351
Figure 12	– Déphaseur asymétrique	352
Figure 13	– Navigation de PSR à MeasurementValue	355
Figure 14	– Placement de Measurement	357
Figure 15	– Modèles de commande de régulation	358
Figure 16	– Paquetages de haut niveau du CIM	361
Figure 17	– Diagramme logique IEC61970::Main	363
Figure 18	– Diagramme logique Domain::CombinedDatatypes	364
Figure 19	– Diagramme logique Domain::BasicDatatypes	365
Figure 20	– Diagramme logique Domain::ElectricityDatatypes	365
Figure 21	– Diagramme logique Domain::EnumeratedUnitDatatypes	366
Figure 22	– Diagramme logique Domain::GeneralDatatypes	367
Figure 23	– Diagramme logique Domain::MonetaryDatatypes	368
Figure 24	– Diagramme logique Domain::TimeDatatypes	368
Figure 25	– Diagramme logique Core::Reporting	383
Figure 26	– Diagramme logique Core::Main	384
Figure 27	– Diagramme logique Core::CurveSchedule	385
Figure 28	– Diagramme logique Core::Datatypes	385
Figure 29	– Diagramme logique Core::DocumentationExampleAggregation	386
Figure 30	– Diagramme logique Core::DocumentationExampleAssociation	386
Figure 31	– Diagramme logique Core::Ownership	387
Figure 32	– Diagramme logique OperationalLimits::OperationalLimits	412
Figure 33	– Diagramme logique OperationalLimits::BranchGroup	413
Figure 34	– Diagramme logique Topology::TopologicalNodeTerminal	420
Figure 35	– Diagramme logique Topology::Topology	421

Figure 36 – Diagramme logique Topology::TopologyMeasRelations	422
Figure 37 – Diagramme logique Topology::TopologyReporting	423
Figure 38 – Diagramme logique Topology::Main	424
Figure 39 – Diagramme logique Wires::DocumentationExampleInheritance	427
Figure 40 – Diagramme logique Wires::MutualCoupling	428
Figure 41 – Diagramme logique Wires::Schedules	429
Figure 42 – Diagramme logique Wires::Datatypes	430
Figure 43 – Diagramme logique Wires::InheritanceHierarchy	431
Figure 44 – Diagramme logique Wires::LineModel	432
Figure 45 – Diagramme logique Wires::NamingHierarchyPart1	433
Figure 46 – Diagramme logique Wires::NamingHierarchyPart2	434
Figure 47 – Diagramme logique Wires::RegulatingEquipment	435
Figure 48 – Diagramme logique Wires::TransformerModel	436
Figure 49 – Diagramme logique Wires::VoltageControl	437
Figure 50 – Diagramme logique Generation::Main	495
Figure 51 – Diagramme logique GenerationDynamics::Main	496
Figure 52 – Diagramme logique GenerationDynamics::Datatypes	496
Figure 53 – Diagramme logique Production::Nuclear	514
Figure 54 – Diagramme logique Production::Main	515
Figure 55 – Diagramme logique Production::Datatypes	516
Figure 56 – Diagramme logique Production::Hydro	517
Figure 57 – Diagramme logique Production::Thermal	518
Figure 58 – Diagramme logique LoadModel::Main	564
Figure 59 – Diagramme logique LoadModel::Datatypes	565
Figure 60 – Diagramme logique Outage::Datatypes	579
Figure 61 – Diagramme logique Outage::Main	579
Figure 62 – Diagramme logique Protection::Main	584
Figure 63 – Diagramme logique Equivalents::Main	591
Figure 64 – Diagramme logique Meas::Datatypes	597
Figure 65 – Diagramme logique Meas::Meas	598
Figure 66 – Diagramme logique Meas::Control	599
Figure 67 – Diagramme logique Meas::InheritanceStructure	600
Figure 68 – Diagramme logique Meas::Measurement avec des limites	601
Figure 69 – Diagramme logique Meas::Quality	602
Figure 70 – Diagramme logique SCADA::Datatypes	623
Figure 71 – Diagramme logique SCADA::Main	624
Figure 72 – Diagramme logique ControlArea::ControlArea	630
Figure 73 – Diagramme logique ControlArea::ControlAreaInheritance	631
Figure 74 – Diagramme logique ControlArea::Datatypes	631
Figure 75 – Diagramme logique Contingency::Contingency	635
Figure 76 – Diagramme logique StateVariables::StateVariables	639
Tableau 1 – Conventions de dénomination de measurementType	356

Tableau 2 – Conventions de dénomination de MeasurementValueSource (source de valeur de mesure)	357
Tableau 3 – Attributs.....	362
Tableau 4 – Extrémités d'association.....	362
Tableau 5 – Enums.....	363
Tableau 6 – Attributs de IEC61970::IEC61970CIMVersion	364
Tableau 7 – Attributs de Domain::AbsoluteDate	368
Tableau 8 – Attributs de Domain::AbsoluteDateTime	369
Tableau 9 – Attributs de Domain::ActivePower	369
Tableau 10 – Attributs de Domain::ActivePowerChangeRate.....	369
Tableau 11 – Attributs de Domain::Admittance	370
Tableau 12 – Attributs de Domain::AngleDegrees	370
Tableau 13 – Attributs de Domain::AngleRadians	370
Tableau 14 – Attributs de Domain::ApparentPower	370
Tableau 15 – Attributs de Domain::Capacitance.....	371
Tableau 16 – Attributs de Domain::Conductance.....	371
Tableau 17 – Attributs de Domain::CostPerEnergyUnit	371
Tableau 18 – Attributs de Domain::CostRate	372
Tableau 19 – Libellés de Domain::Currency	372
Tableau 20 – Attributs de Domain::CurrentFlow.....	372
Tableau 21 – Attributs de Domain::Damping.....	373
Tableau 22 – Attributs de Domain::FloatQuantity	373
Tableau 23 – Attributs de Domain::Frequency	373
Tableau 24 – Attributs de Domain::Hours.....	374
Tableau 25 – Attributs de Domain::Impedance.....	374
Tableau 26 – Attributs de Domain::Inductance.....	374
Tableau 27 – Attributs de Domain::IntegerQuantity	374
Tableau 28 – Attributs de Domain::KWActivePower.....	375
Tableau 29 – Attributs de Domain::Length.....	375
Tableau 30 – Attributs de Domain::Minutes	375
Tableau 31 – Libellés de Domain::MonetaryAmountPerEnergyUnit	375
Tableau 32 – Libellés de Domain::MonetaryAmountPerHeatUnit.....	376
Tableau 33 – Libellés de Domain::MonetaryAmountRate	376
Tableau 34 – Attributs de Domain::Money.....	376
Tableau 35 – Attributs de Domain::PerCent.....	376
Tableau 36 – Attributs de Domain::Pressure.....	377
Tableau 37 – Attributs de Domain::PU	377
Tableau 38 – Attributs de Domain::Reactance	377
Tableau 39 – Attributs de Domain::ReactivePower	378
Tableau 40 – Attributs de Domain::RealEnergy.....	378
Tableau 41 – Attributs de Domain::Resistance.....	378
Tableau 42 – Attributs de Domain::RotationSpeed	378
Tableau 43 – Attributs de Domain::Seconds	379

Tableau 44 – Attributs de Domain::StringQuantity	379
Tableau 45 – Attributs de Domain::Susceptance	379
Tableau 46 – Attributs de Domain::Temperature	379
Tableau 47 – Libellés de Domain::UnitMultiplier	380
Tableau 48 – Libellés de Domain::UnitSymbol	380
Tableau 49 – Attributs de Domain::Voltage	381
Tableau 50 – Attributs de Domain::VoltagePerReactivePower	381
Tableau 51 – Attributs de Domain::Volume	382
Tableau 52 – Attributs de Domain::WaterLevel	382
Tableau 53 – Attributs de Domain::Weight	382
Tableau 54 – Attributs de Core::ReportingGroup	387
Tableau 55 – Extrémités d'association de Core::ReportingGroup avec d'autres classes	388
Tableau 56 – Attributs de Core::ReportingSuperGroup	388
Tableau 57 – Extrémités d'association de Core::ReportingSuperGroup avec d'autres classes	388
Tableau 58 – Attributs de Core::BasePower	389
Tableau 59 – Attributs de Core::BaseVoltage	389
Tableau 60 – Extrémités d'association de Core::BaseVoltage avec d'autres classes	389
Tableau 61 – Attributs de Core::BasicIntervalSchedule	390
Tableau 62 – Attributs de Core::Bay	390
Tableau 63 – Extrémités d'association de Core::Bay avec d'autres classes	391
Tableau 64 – Libellés de Core::BreakerConfiguration	391
Tableau 65 – Libellés de Core::BusbarConfiguration	391
Tableau 66 – Libellés de Core::CompanyType	392
Tableau 67 – Attributs de Core::ConductingEquipment	392
Tableau 68 – Extrémités d'association de Core::ConductingEquipment avec d'autres classes	392
Tableau 69 – Attributs de Core::ConnectivityNode	393
Tableau 70 – Extrémités d'association de Core::ConnectivityNode avec d'autres classes	394
Tableau 71 – Attributs de Core::ConnectivityNodeContainer	394
Tableau 72 – Extrémités d'association de Core::ConnectivityNodeContainer avec d'autres classes	394
Tableau 73 – Attributs de Core::Curve	395
Tableau 74 – Extrémités d'association de Core::Curve avec d'autres classes	395
Tableau 75 – Attributs de Core::CurveData	396
Tableau 76 – Extrémités d'association de Core::CurveData avec d'autres classes	396
Tableau 77 – Libellés de Core::CurveStyle	396
Tableau 78 – Attributs de Core::Equipment	397
Tableau 79 – Extrémités d'association de Core::Equipment avec d'autres classes	397
Tableau 80 – Attributs de Core::EquipmentContainer	398
Tableau 81 – Extrémités d'association de Core::EquipmentContainer avec d'autres classes	398
Tableau 82 – Attributs de Core::GeographicalRegion	398

Tableau 83 – Extrémités d'association de Core::GeographicalRegion avec d'autres classes.....	399
Tableau 84 – Attributs de Core::IdentifiedObject.....	399
Tableau 85 – Attributs de Core::IrregularIntervalSchedule.....	400
Tableau 86 – Extrémités d'association de Core::IrregularIntervalSchedule avec d'autres classes.....	400
Tableau 87 – Attributs de Core::IrregularTimePoint.....	400
Tableau 88 – Extrémités d'association de Core::IrregularTimePoint avec d'autres classes.....	401
Tableau 89 – Attributs de Core::OperatingParticipant.....	401
Tableau 90 – Extrémités d'association de Core::OperatingParticipant avec d'autres classes.....	401
Tableau 91 – Attributs de Core::OperatingShare.....	402
Tableau 92 – Extrémités d'association de Core::OperatingShare avec d'autres classes.....	402
Tableau 93 – Libellés de Core::PhaseCode.....	402
Tableau 94 – Attributs de Core::PowerSystemResource.....	403
Tableau 95 – Extrémités d'association de Core::PowerSystemResource avec d'autres classes.....	403
Tableau 96 – Attributs de Core::PsrList.....	404
Tableau 97 – Extrémités d'association de Core::PsrList avec d'autres classes.....	404
Tableau 98 – Attributs de Core::PSRType.....	405
Tableau 99 – Extrémités d'association de Core::PSRType avec d'autres classes.....	405
Tableau 100 – Attributs de Core::RegularIntervalSchedule.....	405
Tableau 101 – Extrémités d'association de Core::RegularIntervalSchedule avec d'autres classes.....	406
Tableau 102 – Attributs de Core::RegularTimePoint.....	406
Tableau 103 – Extrémités d'association de Core::RegularTimePoint avec d'autres classes.....	406
Tableau 104 – Attributs de Core::SubGeographicalRegion.....	407
Tableau 105 – Extrémités d'association de Core::SubGeographicalRegion avec d'autres classes.....	407
Tableau 106 – Attributs de Core::Substation.....	407
Tableau 107 – Extrémités d'association de Core::Substation avec d'autres classes.....	408
Tableau 108 – Attributs de Core::Terminal.....	408
Tableau 109 – Extrémités d'association de Core::Terminal avec d'autres classes.....	409
Tableau 110 – Attributs de Core::Unit.....	410
Tableau 111 – Extrémités d'association de Core::Unit avec d'autres classes.....	410
Tableau 112 – Attributs de Core::VoltageLevel.....	411
Tableau 113 – Extrémités d'association de Core::VoltageLevel avec d'autres classes.....	411
Tableau 114 – Libellés de OperationalLimits::OperationalLimitDirectionKind.....	413
Tableau 115 – Attributs de OperationalLimits::OperationalLimitType.....	414
Tableau 116 – Extrémités d'association de OperationalLimits::OperationalLimitType avec d'autres classes.....	414
Tableau 117 – Attributs de OperationalLimits::ActivePowerLimit.....	414
Tableau 118 – Extrémités d'association de OperationalLimits::ActivePowerLimit avec d'autres classes.....	415

Tableau 119 – Attributs de OperationalLimits::ApparentPowerLimit.....	415
Tableau 120 – Extrémités d'association de OperationalLimits::ApparentPowerLimit avec d'autres classes.....	415
Tableau 121 – Attributs de OperationalLimits::BranchGroup	416
Tableau 122 – Extrémités d'association de OperationalLimits::BranchGroup avec d'autres classes	416
Tableau 123 – Attributs de OperationalLimits::BranchGroupTerminal	416
Tableau 124 – Extrémités d'association de OperationalLimits::BranchGroupTerminal avec d'autres classes.....	416
Tableau 125 – Attributs de OperationalLimits::CurrentLimit.....	417
Tableau 126 – Extrémités d'association de OperationalLimits::CurrentLimit avec d'autres classes	417
Tableau 127 – Attributs de OperationalLimits::OperationalLimit.....	417
Tableau 128 – Extrémités d'association de OperationalLimits::OperationalLimit avec d'autres classes	418
Tableau 129 – Attributs de OperationalLimits::OperationalLimitSet	418
Tableau 130 – Extrémités d'association de OperationalLimits::OperationalLimitSet avec d'autres classes.....	419
Tableau 131 – Attributs de OperationalLimits::VoltageLimit.....	419
Tableau 132 – Extrémités d'association de OperationalLimits::VoltageLimit avec d'autres classes	419
Tableau 133 – Attributs de Topology::BusNameMarker.....	425
Tableau 134 – Extrémités d'association de Topology::BusNameMarker avec d'autres classes.....	425
Tableau 135 – Attributs de Topology::TopologicalNode	426
Tableau 136 – Extrémités d'association de Topology::TopologicalNode avec d'autres classes.....	426
Tableau 137 – Attributs de Wires::ImpedanceVariationCurve	437
Tableau 138 – Extrémités d'association de Wires::ImpedanceVariationCurve avec d'autres classes	438
Tableau 139 – Attributs de Wires::PhaseVariationCurve	438
Tableau 140 – Extrémités d'association de Wires::PhaseVariationCurve avec d'autres classes.....	439
Tableau 141 – Attributs de Wires::RatioVariationCurve.....	439
Tableau 142 – Extrémités d'association de Wires::RatioVariationCurve avec d'autres classes.....	440
Tableau 143 – Libellés de Wires::RegulatingControlModeKind	440
Tableau 144 – Attributs de Wires::SwitchSchedule.....	440
Tableau 145 – Extrémités d'association de Wires::SwitchSchedule avec d'autres classes.....	441
Tableau 146 – Attributs de Wires::ACLineSegment	441
Tableau 147 – Extrémités d'association de Wires::ACLineSegment avec d'autres classes.....	443
Tableau 148 – Attributs de Wires::Breaker	443
Tableau 149 – Extrémités d'association de Wires::Breaker avec d'autres classes.....	444
Tableau 150 – Attributs de Wires::BusbarSection.....	444
Tableau 151 – Extrémités d'association de Wires::BusbarSection avec d'autres classes	445

Tableau 152 – Attributs de Wires::CompositeSwitch.....	446
Tableau 153 – Extrémités d'association de Wires::CompositeSwitch avec d'autres classes.....	446
Tableau 154 – Attributs de Wires::CompositeSwitchType.....	447
Tableau 155 – Attributs de Wires::Conductor.....	447
Tableau 156 – Extrémités d'association de Wires::Conductor avec d'autres classes	447
Tableau 157 – Attributs de Wires::Connector.....	448
Tableau 158 – Extrémités d'association de Wires::Connector avec d'autres classes	448
Tableau 159 – Libellés de Wires::CoolantType	449
Tableau 160 – Attributs de Wires::DCLineSegment.....	449
Tableau 161 – Extrémités d'association de Wires::DCLineSegment avec d'autres classes.....	450
Tableau 162 – Attributs de Wires::Disconnecter.....	450
Tableau 163 – Extrémités d'association de Wires::Disconnecter avec d'autres classes	451
Tableau 164 – Attributs de Wires::EnergyConsumer.....	451
Tableau 165 – Extrémités d'association de Wires::EnergyConsumer avec d'autres classes.....	452
Tableau 166 – Attributs de Wires::EnergySource	453
Tableau 167 – Extrémités d'association de Wires::EnergySource avec d'autres classes.....	453
Tableau 168 – Attributs de Wires::FrequencyConverter	454
Tableau 169 – Extrémités d'association de Wires::FrequencyConverter avec d'autres classes.....	455
Tableau 170 – Attributs de Wires::Fuse	455
Tableau 171 – Extrémités d'association de Wires::Fuse avec d'autres classes.....	456
Tableau 172 – Attributs de Wires::Ground.....	456
Tableau 173 – Extrémités d'association de Wires::Ground avec d'autres classes	457
Tableau 174 – Attributs de Wires::GroundDisconnecter	457
Tableau 175 – Extrémités d'association de Wires::GroundDisconnecter avec d'autres classes.....	458
Tableau 176 – Attributs de Wires::HeatExchanger	458
Tableau 177 – Extrémités d'association de Wires::HeatExchanger avec d'autres classes.....	459
Tableau 178 – Attributs de Wires::Jumper.....	459
Tableau 179 – Extrémités d'association de Wires::Jumper avec d'autres classes	460
Tableau 180 – Attributs de Wires::Junction	460
Tableau 181 – Extrémités d'association de Wires::Junction avec d'autres classes.....	461
Tableau 182 – Attributs de Wires::Line	461
Tableau 183 – Extrémités d'association de Wires::Line avec d'autres classes.....	462
Tableau 184 – Attributs de Wires::LoadBreakSwitch	462
Tableau 185 – Extrémités d'association de Wires::LoadBreakSwitch avec d'autres classes.....	463
Tableau 186 – Attributs de Wires::MutualCoupling	463
Tableau 187 – Extrémités d'association de Wires::MutualCoupling avec d'autres classes.....	464
Tableau 188 – Attributs de Wires::OperatingMode	464
Tableau 189 – Attributs de Wires::PhaseTapChanger.....	465

Tableau 190 – Extrémités d'association de Wires::PhaseTapChanger avec d'autres classes.....	466
Tableau 191 – Libellés de Wires::PhaseTapChangerKind	466
Tableau 192 – Attributs de Wires::Plant	467
Tableau 193 – Extrémités d'association de Wires::Plant avec d'autres classes	467
Tableau 194 – Attributs de Wires::PowerTransformer.....	468
Tableau 195 – Extrémités d'association de Wires::PowerTransformer avec d'autres classes.....	468
Tableau 196 – Attributs de Wires::ProtectedSwitch	469
Tableau 197 – Extrémités d'association de Wires::ProtectedSwitch avec d'autres classes.....	469
Tableau 198 – Attributs de Wires::RatioTapChanger	470
Tableau 199 – Extrémités d'association de Wires::RatioTapChanger avec d'autres classes.....	471
Tableau 200 – Attributs de Wires::ReactiveCapabilityCurve	471
Tableau 201 – Extrémités d'association de Wires::ReactiveCapabilityCurve avec d'autres classes	472
Tableau 202 – Attributs de Wires::RectifierInverter	472
Tableau 203 – Extrémités d'association de Wires::RectifierInverter avec d'autres classes.....	473
Tableau 204 – Attributs de Wires::RegulatingCondEq.....	474
Tableau 205 – Extrémités d'association de Wires::RegulatingCondEq avec d'autres classes.....	474
Tableau 206 – Attributs de Wires::RegulatingControl.....	475
Tableau 207 – Extrémités d'association de Wires::RegulatingControl avec d'autres classes.....	475
Tableau 208 – Attributs de Wires::RegulationSchedule.....	476
Tableau 209 – Extrémités d'association de Wires::RegulationSchedule avec d'autres classes.....	476
Tableau 210 – Attributs de Wires::Resistor.....	477
Tableau 211 – Extrémités d'association de Wires::Resistor avec d'autres classes	477
Tableau 212 – Attributs de Wires::SeriesCompensator	478
Tableau 213 – Extrémités d'association de Wires::SeriesCompensator avec d'autres classes.....	478
Tableau 214 – Attributs de Wires::ShuntCompensator	479
Tableau 215 – Extrémités d'association de Wires::ShuntCompensator avec d'autres classes.....	480
Tableau 216 – Attributs de Wires::StaticVarCompensator	481
Tableau 217 – Extrémités d'association de Wires::StaticVarCompensator avec d'autres classes.....	482
Tableau 218 – Libellés de Wires::SVCControlMode.....	482
Tableau 219 – Attributs de Wires::Switch	483
Tableau 220 – Extrémités d'association de Wires::Switch avec d'autres classes	483
Tableau 221 – Attributs de Wires::SynchronousMachine.....	484
Tableau 222 – Extrémités d'association de Wires::SynchronousMachine avec d'autres classes.....	486
Tableau 223 – Libellés de Wires::SynchronousMachineOperatingMode.....	487

Tableau 224 – Libellés de Wires::SynchronousMachineType.....	487
Tableau 225 – Attributs de Wires::TapChanger.....	487
Tableau 226 – Extrémités d'association de Wires::TapChanger avec d'autres classes	488
Tableau 227 – Libellés de Wires::TapChangerKind	489
Tableau 228 – Attributs de Wires::TapSchedule.....	489
Tableau 229 – Extrémités d'association de Wires::TapSchedule avec d'autres classes	490
Tableau 230 – Libellés de Wires::TransformerControlMode.....	490
Tableau 231 – Attributs de Wires::TransformerWinding	490
Tableau 232 – Extrémités d'association de Wires::TransformerWinding avec d'autres classes.....	491
Tableau 233 – Attributs de Wires::VoltageControlZone	492
Tableau 234 – Extrémités d'association de Wires::VoltageControlZone avec d'autres classes.....	493
Tableau 235 – Libellés de Wires::WindingConnection.....	493
Tableau 236 – Attributs de Wires::WindingTest.....	494
Tableau 237 – Extrémités d'association de Wires::WindingTest avec d'autres classes	494
Tableau 238 – Libellés de Wires::WindingType.....	495
Tableau 239 – Libellés de GenerationDynamics::BoilerControlMode	496
Tableau 240 – Attributs de GenerationDynamics::BWRSteamSupply	497
Tableau 241 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::BWRSteamSupply avec d'autres classes.....	498
Tableau 242 – Attributs de GenerationDynamics::CombustionTurbine.....	498
Tableau 243 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::CombustionTurbine avec d'autres classes.....	499
Tableau 244 – Attributs de GenerationDynamics::CTTempActivePowerCurve	500
Tableau 245 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::CTTempActivePowerCurve avec d'autres classes	500
Tableau 246 – Attributs de GenerationDynamics::DrumBoiler.....	501
Tableau 247 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::DrumBoiler avec d'autres classes	502
Tableau 248 – Attributs de GenerationDynamics::FossilSteamSupply	502
Tableau 249 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::FossilSteamSupply avec d'autres classes.....	503
Tableau 250 – Attributs de GenerationDynamics::HeatRecoveryBoiler	504
Tableau 251 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::HeatRecoveryBoiler avec d'autres classes.....	505
Tableau 252 – Attributs de GenerationDynamics::HydroTurbine	505
Tableau 253 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::HydroTurbine avec d'autres classes	506
Tableau 254 – Attributs de GenerationDynamics::PrimeMover	506
Tableau 255 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::PrimeMover avec d'autres classes	506
Tableau 256 – Attributs de GenerationDynamics::PWRSteamSupply	507
Tableau 257 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::PWRSteamSupply avec d'autres classes.....	508
Tableau 258 – Attributs de GenerationDynamics::SteamSupply.....	508

Tableau 259 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::SteamSupply avec d'autres classes	509
Tableau 260 – Attributs de GenerationDynamics::SteamTurbine.....	509
Tableau 261 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::SteamTurbine avec d'autres classes	510
Tableau 262 – Attributs de GenerationDynamics::Subcritical.....	510
Tableau 263 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::Subcritical avec d'autres classes	511
Tableau 264 – Attributs de GenerationDynamics::Supercritical.....	512
Tableau 265 – Extrémités d'association de GenerationDynamics::Supercritical avec d'autres classes	513
Tableau 266 – Libellés de GenerationDynamics::TurbineType.....	513
Tableau 267 – Libellés de Production::HydroEnergyConversionKind.....	518
Tableau 268 – Attributs de Production::NuclearGeneratingUnit	519
Tableau 269 – Extrémités d'association de Production::NuclearGeneratingUnit avec d'autres classes	520
Tableau 270 – Attributs de Production::WindGeneratingUnit	521
Tableau 271 – Extrémités d'association de Production::WindGeneratingUnit avec d'autres classes	522
Tableau 272 – Attributs de Production::AirCompressor	523
Tableau 273 – Extrémités d'association de Production::AirCompressor avec d'autres classes.....	523
Tableau 274 – Attributs de Production::CAESPlant	523
Tableau 275 – Extrémités d'association de Production::CAESPlant avec d'autres classes.....	524
Tableau 276 – Attributs de Production::Classification	524
Tableau 277 – Attributs de Production::CogenerationPlant.....	525
Tableau 278 – Extrémités d'association de Production::CogenerationPlant avec d'autres classes	525
Tableau 279 – Attributs de Production::CombinedCyclePlant	526
Tableau 280 – Extrémités d'association de Production::CombinedCyclePlant avec d'autres classes	526
Tableau 281 – Attributs de Production::CostPerHeatUnit	526
Tableau 282 – Attributs de Production::Emission	527
Tableau 283 – Attributs de Production::EmissionAccount.....	527
Tableau 284 – Extrémités d'association de Production::EmissionAccount avec d'autres classes.....	528
Tableau 285 – Attributs de Production::EmissionCurve.....	528
Tableau 286 – Extrémités d'association de Production::EmissionCurve avec d'autres classes.....	529
Tableau 287 – Libellés de Production::EmissionType	529
Tableau 288 – Libellés de Production::EmissionValueSource.....	529
Tableau 289 – Attributs de Production::FossilFuel	530
Tableau 290 – Extrémités d'association de Production::FossilFuel avec d'autres classes.....	530
Tableau 291 – Attributs de Production::FuelAllocationSchedule	531

Tableau 292 – Extrémités d'association de Production::FuelAllocationSchedule avec d'autres classes	532
Tableau 293 – Libellés de Production::FuelType	532
Tableau 294 – Attributs de Production::GeneratingUnit	532
Tableau 295 – Extrémités d'association de Production::GeneratingUnit avec d'autres classes	535
Tableau 296 – Libellés de Production::GeneratorControlMode	536
Tableau 297 – Libellés de Production::GeneratorControlSource	536
Tableau 298 – Libellés de Production::GeneratorOperatingMode	536
Tableau 299 – Attributs de Production::GenUnitOpCostCurve	537
Tableau 300 – Extrémités d'association de Production::GenUnitOpCostCurve avec d'autres classes	537
Tableau 301 – Attributs de Production::GenUnitOpSchedule	537
Tableau 302 – Extrémités d'association de Production::GenUnitOpSchedule avec d'autres classes	538
Tableau 303 – Attributs de Production::GrossToNetActivePowerCurve	538
Tableau 304 – Extrémités d'association de Production::GrossToNetActivePowerCurve avec d'autres classes	539
Tableau 305 – Attributs de Production::HeatInputCurve	539
Tableau 306 – Extrémités d'association de Production::HeatInputCurve avec d'autres classes	540
Tableau 307 – Attributs de Production::HeatRate	540
Tableau 308 – Attributs de Production::HeatRateCurve	541
Tableau 309 – Extrémités d'association de Production::HeatRateCurve avec d'autres classes	541
Tableau 310 – Attributs de Production::HydroGeneratingEfficiencyCurve	542
Tableau 311 – Extrémités d'association de Production::HydroGeneratingEfficiencyCurve avec d'autres classes	542
Tableau 312 – Attributs de Production::HydroGeneratingUnit	543
Tableau 313 – Extrémités d'association de Production::HydroGeneratingUnit avec d'autres classes	544
Tableau 314 – Libellés de Production::HydroPlantType	545
Tableau 315 – Attributs de Production::HydroPowerPlant	545
Tableau 316 – Extrémités d'association de Production::HydroPowerPlant avec d'autres classes	546
Tableau 317 – Attributs de Production::HydroPump	547
Tableau 318 – Extrémités d'association de Production::HydroPump avec d'autres classes	547
Tableau 319 – Attributs de Production::HydroPumpOpSchedule	548
Tableau 320 – Extrémités d'association de Production::HydroPumpOpSchedule avec d'autres classes	548
Tableau 321 – Attributs de Production::IncrementalHeatRateCurve	549
Tableau 322 – Extrémités d'association de Production::IncrementalHeatRateCurve avec d'autres classes	549
Tableau 323 – Attributs de Production::InflowForecast	549
Tableau 324 – Extrémités d'association de Production::InflowForecast avec d'autres classes	550

Tableau 325 – Attributs de Production::LevelVsVolumeCurve	550
Tableau 326 – Extrémités d'association de Production::LevelVsVolumeCurve avec d'autres classes	551
Tableau 327 – Attributs de Production::PenstockLossCurve	551
Tableau 328 – Extrémités d'association de Production::PenstockLossCurve avec d'autres classes	552
Tableau 329 – Attributs de Production::Reservoir	552
Tableau 330 – Extrémités d'association de Production::Reservoir avec d'autres classes	553
Tableau 331 – Attributs de Production::ShutdownCurve	553
Tableau 332 – Extrémités d'association de Production::ShutdownCurve avec d'autres classes	554
Tableau 333 – Attributs de Production::StartIgnFuelCurve	554
Tableau 334 – Extrémités d'association de Production::StartIgnFuelCurve avec d'autres classes	555
Tableau 335 – Attributs de Production::StartMainFuelCurve	555
Tableau 336 – Extrémités d'association de Production::StartMainFuelCurve avec d'autres classes	556
Tableau 337 – Attributs de Production::StartRampCurve	556
Tableau 338 – Extrémités d'association de Production::StartRampCurve avec d'autres classes	557
Tableau 339 – Attributs de Production::StartupModel	557
Tableau 340 – Extrémités d'association de Production::StartupModel avec d'autres classes	558
Tableau 341 – Attributs de Production::SteamSendoutSchedule	558
Tableau 342 – Extrémités d'association de Production::SteamSendoutSchedule avec d'autres classes	559
Tableau 343 – Attributs de Production::TailbayLossCurve	559
Tableau 344 – Extrémités d'association de Production::TailbayLossCurve avec d'autres classes	560
Tableau 345 – Attributs de Production::TargetLevelSchedule	560
Tableau 346 – Extrémités d'association de Production::TargetLevelSchedule avec d'autres classes	561
Tableau 347 – Attributs de Production::ThermalGeneratingUnit	561
Tableau 348 – Extrémités d'association de Production::ThermalGeneratingUnit avec d'autres classes	562
Tableau 349 – Attributs de LoadModel::ConformLoad	565
Tableau 350 – Extrémités d'association de LoadModel::ConformLoad avec d'autres classes	565
Tableau 351 – Attributs de LoadModel::ConformLoadGroup	566
Tableau 352 – Extrémités d'association de LoadModel::ConformLoadGroup avec d'autres classes	566
Tableau 353 – Attributs de LoadModel::ConformLoadSchedule	567
Tableau 354 – Extrémités d'association de LoadModel::ConformLoadSchedule avec d'autres classes	567
Tableau 355 – Attributs de LoadModel::DayType	568
Tableau 356 – Extrémités d'association de LoadModel::DayType avec d'autres classes	568
Tableau 357 – Attributs de LoadModel::EnergyArea	568

Tableau 358 – Extrémités d'association de LoadModel::EnergyArea avec d'autres classes.....	568
Tableau 359 – Attributs de LoadModel::LoadArea	569
Tableau 360 – Extrémités d'association de LoadModel::LoadArea avec d'autres classes.....	569
Tableau 361 – Attributs de LoadModel::LoadGroup	569
Tableau 362 – Extrémités d'association de LoadModel::LoadGroup avec d'autres classes.....	570
Tableau 363 – Attributs de LoadModel::LoadResponseCharacteristic.....	570
Tableau 364 – Extrémités d'association de LoadModel::LoadResponseCharacteristic avec d'autres classes.....	571
Tableau 365 – Attributs de LoadModel::NonConformLoad.....	572
Tableau 366 – Extrémités d'association de LoadModel::NonConformLoad avec d'autres classes.....	572
Tableau 367 – Attributs de LoadModel::NonConformLoadGroup.....	573
Tableau 368 – Extrémités d'association de LoadModel::NonConformLoadGroup avec d'autres classes	573
Tableau 369 – Attributs de LoadModel::NonConformLoadSchedule	573
Tableau 370 – Extrémités d'association de LoadModel::NonConformLoadSchedule avec d'autres classes.....	574
Tableau 371 – Attributs de LoadModel::PowerCutZone.....	574
Tableau 372 – Extrémités d'association de LoadModel::PowerCutZone avec d'autres classes.....	575
Tableau 373 – Attributs de LoadModel::Season	575
Tableau 374 – Extrémités d'association de LoadModel::Season avec d'autres classes	575
Tableau 375 – Attributs de LoadModel::SeasonDayTypeSchedule	576
Tableau 376 – Extrémités d'association de LoadModel::SeasonDayTypeSchedule avec d'autres classes	576
Tableau 377 – Libellés de LoadModel::SeasonName.....	576
Tableau 378 – Attributs de LoadModel::StationSupply	577
Tableau 379 – Extrémités d'association de LoadModel::StationSupply avec d'autres classes.....	577
Tableau 380 – Attributs de LoadModel::SubLoadArea	578
Tableau 381 – Extrémités d'association de LoadModel::SubLoadArea avec d'autres classes.....	578
Tableau 382 – Attributs de Outage::ClearanceTag	580
Tableau 383 – Extrémités d'association de Outage::ClearanceTag avec d'autres classes.....	580
Tableau 384 – Attributs de Outage::ClearanceTagType	581
Tableau 385 – Extrémités d'association de Outage::ClearanceTagType avec d'autres classes.....	581
Tableau 386 – Attributs de Outage::OutageSchedule	581
Tableau 387 – Extrémités d'association de Outage::OutageSchedule avec d'autres classes.....	582
Tableau 388 – Attributs de Outage::SwitchingOperation	582
Tableau 389 – Extrémités d'association de Outage::SwitchingOperation avec d'autres classes.....	583
Tableau 390 – Libellés de Outage::SwitchState	583

Tableau 391 – Attributs de Protection::CurrentRelay	584
Tableau 392 – Extrémités d'association de Protection::CurrentRelay avec d'autres classes.....	585
Tableau 393 – Attributs de Protection::FaultIndicator	585
Tableau 394 – Extrémités d'association de Protection::FaultIndicator avec d'autres classes.....	586
Tableau 395 – Attributs de Protection::ProtectionEquipment	586
Tableau 396 – Extrémités d'association de Protection::ProtectionEquipment avec d'autres classes	587
Tableau 397 – Attributs de Protection::RecloseSequence	588
Tableau 398 – Extrémités d'association de Protection::RecloseSequence avec d'autres classes.....	588
Tableau 399 – Attributs de Protection::SurgeProtector	588
Tableau 400 – Extrémités d'association de Protection::SurgeProtector avec d'autres classes.....	589
Tableau 401 – Attributs de Protection::SynchrocheckRelay.....	589
Tableau 402 – Extrémités d'association de Protection::SynchrocheckRelay avec d'autres classes	590
Tableau 403 – Attributs de Equivalents::EquivalentInjection.....	591
Tableau 404 – Extrémités d'association de Equivalents::EquivalentInjection avec d'autres classes	592
Tableau 405 – Attributs de Equivalents::EquivalentBranch.....	592
Tableau 406 – Extrémités d'association de Equivalents::EquivalentBranch avec d'autres classes	593
Tableau 407 – Attributs de Equivalents::EquivalentEquipment.....	594
Tableau 408 – Extrémités d'association de Equivalents::EquivalentEquipment avec d'autres classes	594
Tableau 409 – Attributs de Equivalents::EquivalentNetwork	595
Tableau 410 – Extrémités d'association de Equivalents::EquivalentNetwork avec d'autres classes	595
Tableau 411 – Attributs de Equivalents::EquivalentShunt	595
Tableau 412 – Extrémités d'association de Equivalents::EquivalentShunt avec d'autres classes.....	596
Tableau 413 – Attributs de Meas::Accumulator	602
Tableau 414 – Extrémités d'association de Meas::Accumulator avec d'autres classes	603
Tableau 415 – Attributs de Meas::AccumulatorLimit	603
Tableau 416 – Extrémités d'association de Meas::AccumulatorLimit avec d'autres classes.....	603
Tableau 417 – Attributs de Meas::AccumulatorLimitSet	604
Tableau 418 – Extrémités d'association de Meas::AccumulatorLimitSet avec d'autres classes.....	604
Tableau 419 – Attributs de Meas::AccumulatorValue.....	604
Tableau 420 – Extrémités d'association de Meas::AccumulatorValue avec d'autres classes.....	605
Tableau 421 – Attributs de Meas::Analog.....	605
Tableau 422 – Extrémités d'association de Meas::Analog avec d'autres classes	606
Tableau 423 – Attributs de Meas::AnalogLimit	606

Tableau 424 – Extrémités d'association de Meas::AnalogLimit avec d'autres classes	606
Tableau 425 – Attributs de Meas::AnalogLimitSet	607
Tableau 426 – Extrémités d'association de Meas::AnalogLimitSet avec d'autres classes.....	607
Tableau 427 – Attributs de Meas::AnalogValue.....	607
Tableau 428 – Extrémités d'association de Meas::AnalogValue avec d'autres classes	608
Tableau 429 – Attributs de Meas::Command	608
Tableau 430 – Extrémités d'association de Meas::Command avec d'autres classes.....	609
Tableau 431 – Attributs de Meas::Control	609
Tableau 432 – Extrémités d'association de Meas::Control avec d'autres classes.....	609
Tableau 433 – Attributs de Meas::ControlType	610
Tableau 434 – Extrémités d'association de Meas::ControlType avec d'autres classes.....	610
Tableau 435 – Attributs de Meas::CurrentTransformer.....	610
Tableau 436 – Extrémités d'association de Meas::CurrentTransformer avec d'autres classes.....	611
Tableau 437 – Attributs de Meas::Discrete	611
Tableau 438 – Extrémités d'association de Meas::Discrete avec d'autres classes	612
Tableau 439 – Attributs de Meas::DiscreteValue.....	612
Tableau 440 – Extrémités d'association de Meas::DiscreteValue avec d'autres classes	613
Tableau 441 – Attributs de Meas::Limit.....	613
Tableau 442 – Attributs de Meas::LimitSet	614
Tableau 443 – Attributs de Meas::Measurement	615
Tableau 444 – Extrémités d'association de Meas::Measurement avec d'autres classes.....	615
Tableau 445 – Attributs de Meas::MeasurementValue	615
Tableau 446 – Extrémités d'association de Meas::MeasurementValue avec d'autres classes.....	616
Tableau 447 – Attributs de Meas::MeasurementValueQuality	616
Tableau 448 – Extrémités d'association de Meas::MeasurementValueQuality avec d'autres classes	617
Tableau 449 – Attributs de Meas::MeasurementValueSource	617
Tableau 450 – Extrémités d'association de Meas::MeasurementValueSource avec d'autres classes	617
Tableau 451 – Attributs de Meas::PotentialTransformer.....	618
Tableau 452 – Extrémités d'association de Meas::PotentialTransformer avec d'autres classes.....	618
Tableau 453 – Attributs de Meas::Quality61850.....	619
Tableau 454 – Attributs de Meas::SetPoint.....	619
Tableau 455 – Extrémités d'association de Meas::SetPoint avec d'autres classes	620
Tableau 456 – Attributs de Meas::StringMeasurement.....	620
Tableau 457 – Extrémités d'association de Meas::StringMeasurement avec d'autres classes.....	621
Tableau 458 – Attributs de Meas::StringMeasurementValue.....	621
Tableau 459 – Extrémités d'association de Meas::StringMeasurementValue avec d'autres classes	621
Tableau 460 – Libellés de Meas::Validity	622
Tableau 461 – Attributs de Meas::ValueAliasSet.....	622

Tableau 462 – Extrémités d'association de Meas::ValueAliasSet avec d'autres classes	622
Tableau 463 – Attributs de Meas::ValueToAlias	623
Tableau 464 – Extrémités d'association de Meas::ValueToAlias avec d'autres classes	623
Tableau 465 – Attributs de SCADA::CommunicationLink	624
Tableau 466 – Extrémités d'association de SCADA::CommunicationLink avec d'autres classes	625
Tableau 467 – Attributs de SCADA::RemoteControl	625
Tableau 468 – Extrémités d'association de SCADA::RemoteControl avec d'autres classes	626
Tableau 469 – Attributs de SCADA::RemotePoint	626
Tableau 470 – Extrémités d'association de SCADA::RemotePoint avec d'autres classes....	626
Tableau 471 – Attributs de SCADA::RemoteSource	627
Tableau 472 – Extrémités d'association de SCADA::RemoteSource avec d'autres classes	627
Tableau 473 – Attributs de SCADA::RemoteUnit	627
Tableau 474 – Extrémités d'association de SCADA::RemoteUnit avec d'autres classes	628
Tableau 475 – Libellés de SCADA::RemoteUnitType	628
Tableau 476 – Libellés de SCADA::Source	629
Tableau 477 – Attributs de ControlArea::AltGeneratingUnitMeas	632
Tableau 478 – Extrémités d'association de ControlArea::AltGeneratingUnitMeas avec d'autres classes	632
Tableau 479 – Attributs de ControlArea::AltTieMeas	632
Tableau 480 – Extrémités d'association de ControlArea::AltTieMeas avec d'autres classes	632
Tableau 481 – Attributs de ControlArea::ControlArea	633
Tableau 482 – Extrémités d'association de ControlArea::ControlArea avec d'autres classes	633
Tableau 483 – Extrémités d'association de ControlArea::ControlAreaGeneratingUnit avec d'autres classes	634
Tableau 484 – Libellés de ControlArea::ControlAreaTypeKind	634
Tableau 485 – Attributs de ControlArea::TieFlow	634
Tableau 486 – Extrémités d'association de ControlArea::TieFlow avec d'autres classes	635
Tableau 487 – Attributs de Contingency::ContingencyEquipment	636
Tableau 488 – Extrémités d'association de Contingency::ContingencyEquipment avec d'autres classes	636
Tableau 489 – Libellés de Contingency::ContingencyEquipmentStatusKind	636
Tableau 490 – Attributs de Contingency::Contingency	637
Tableau 491 – Extrémités d'association de Contingency::Contingency avec d'autres classes	637
Tableau 492 – Attributs de Contingency::ContingencyElement	637
Tableau 493 – Extrémités d'association de Contingency::ContingencyElement avec d'autres classes	638
Tableau 494 – Attributs de StateVariables::SvShortCircuit	639
Tableau 495 – Extrémités d'association de StateVariables::SvShortCircuit avec d'autres classes	639
Tableau 496 – Attributs de StateVariables::SvInjection	640

Tableau 497 – Extrémités d'association de StateVariables::SvInjection avec d'autres classes.....	640
Tableau 498 – Attributs de StateVariables::SvPowerFlow	640
Tableau 499 – Extrémités d'association de StateVariables::SvPowerFlow avec d'autres classes.....	640
Tableau 500 – Attributs de StateVariables::SvShuntCompensatorSections	641
Tableau 501 – Extrémités d'association de StateVariables::SvShuntCompensatorSections avec d'autres classes	641
Tableau 502 – Attributs de StateVariables::SvStatus.....	641
Tableau 503 – Extrémités d'association de StateVariables::SvStatus avec d'autres classes.....	641
Tableau 504 – Attributs de StateVariables::SvTapStep.....	642
Tableau 505 – Extrémités d'association de StateVariables::SvTapStep avec d'autres classes.....	642
Tableau 506 – Attributs de StateVariables::SvVoltage	642
Tableau 507 – Extrémités d'association de StateVariables::SvVoltage avec d'autres classes.....	642
Tableau 508 – Attributs de StateVariables::TopologicalIsland	643
Tableau 509 – Extrémités d'association de StateVariables::TopologicalIsland avec d'autres classes	643

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INTERFACE DE PROGRAMMATION D'APPLICATION POUR SYSTÈME DE GESTION D'ÉNERGIE (EMS-API) –

Partie 301: Base de modèle d'information commun (CIM)

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de la CEI"). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de la CEI. La CEI n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.

La Norme internationale CEI 61970-301 a été établie par le comité d'études 57 de la CEI: Gestion des systèmes de puissance et échanges d'informations associés.

Cette quatrième édition annule et remplace la troisième édition, parue en 2011. Cette quatrième édition constitue une révision technique.

Les principales modifications par rapport à la troisième édition sont les suivantes:

- extensions ajoutées pour prendre en charge l'échange UCTE;
- déplacement de plusieurs classes de la CEI 61970 vers le paquetage Assets ("Biens") dans la CEI 61968;
- modification et extension du modèle de régulation des transformateurs afin de prendre en charge les modèles de transformateurs de déphasage dont a besoin l'ENTSO-E;
- ajout des termes "impédance homopolaire" et "impédance inverse" aux endroits où ils étaient absents;

- ajout d'un nouveau paquetage StateVariables afin de prendre en charge l'échange de solutions de modèles de réseau à partir du calcul de répartition, de l'estimation d'état, etc.;
- ajout de classes complémentaires comprenant:
 - PhaseTapChanger
 - RatioTapChanger
 - ImpedanceVariationCurve
 - RatioVariationCurve
 - TapSchedule
 - SwitchSchedule
 - PhaseVariationCurve
 - Ajout de EquivalentInjection au paquetage Equivalents
 - Ajout de WindGeneratingUnit et de NuclearGeneratingUnit comme sous-types de GeneratingUnit
- les classes qui ont été supprimées comprenaient:
 - Company
 - HeatExchanger
 - MeasurementType, remplacée par l'attribut Measurement.measurementType
 - Les Datatypes (types de données) ShortLength et LongLength ont été éliminés et remplacés par Length.
 - Load, CustomerLoad et InductionMotorLoad.
 - Sous-types de ConformLoad et NonConFormLoad
- divers changements éditoriaux pour mettre au net le modèle UML.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
57/1331/FDIS	57/1349/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série CEI 61970, sous le titre général: *Interface de programmation d'application pour système de gestion d'énergie (EMS-API)*, peut être consultée sur le site web de la CEI.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de la CEI sous "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de cette publication indique qu'elle contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer cette publication en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

Cette norme est l'une des différentes parties de la série de normes CEI 61970 qui définissent une interface de programmation d'application (API) pour un système de gestion d'énergie (EMS, c'est-à-dire energy management system). La présente partie de la CEI 61970 a été initialement fondée sur les travaux réalisés dans le cadre du projet de recherche (RP-3654-1) sur les API de centres de conduite (CCAPI) de l'EPRI. Le projet CCAPI de l'EPRI avait principalement pour objet de:

- réduire les coûts et le temps nécessaires à l'ajout de nouvelles applications à un EMS;
- protéger l'investissement dans les applications existantes qui fonctionnent efficacement dans un EMS.

Le principal but de la série de normes CEI 61970 est de produire les normes destinées à faciliter l'intégration d'applications EMS développées de façon indépendante par différents fournisseurs, entre des systèmes EMS complets développés de façon indépendante ou entre un système EMS et d'autres systèmes concernés par différents aspects de l'exploitation d'un système électrique, tels que les systèmes de gestion de la distribution (DMS, c'est-à-dire Distribution Management System) ou de la production. Cela s'effectue par la définition d'interfaces de programmation d'applications (API) normalisées pour permettre à ces applications ou systèmes d'accéder aux données publiques et d'échanger des informations indépendamment de la représentation interne de ces informations.

Le modèle d'information commun (CIM) spécifie la sémantique de cette API. Les spécifications des composants d'interface (CIS pour l'anglais "component interface specifications", qui sont contenues dans d'autres parties des normes CEI 61970, précisent le contenu des messages échangés.

Le CIM est un modèle abstrait représentant tous les objets principaux d'une entreprise de distribution d'électricité habituellement nécessaires pour modéliser les opérations d'une entreprise d'électricité. Ce modèle inclut les classes et les attributs publics de ces objets, ainsi que les relations entre eux.

Les objets représentés dans le CIM sont de nature abstraite et peuvent être utilisés dans une large gamme d'applications. L'utilisation du CIM n'est pas limitée à son application dans un EMS. Il convient que cette norme soit comprise comme un outil permettant l'intégration dans tout domaine où un modèle commun de réseau est nécessaire pour faciliter l'interopérabilité et la compatibilité de connexion entre des applications et des systèmes indépendants de toute mise en œuvre particulière.

La présente norme définit la Base du modèle d'information commun (CIM) constituée d'un ensemble de paquetages qui offrent une vue logique des aspects fonctionnels d'un système de gestion de l'énergie (EMS, c'est-à-dire energy management system) incluant SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition). D'autres domaines fonctionnels sont normalisés dans des documents CEI distincts qui augmentent et référencent la présente norme CIM de base. Par exemple, la CEI 61968-11 traite des modèles de distribution et référence la présente norme CIM de base. Alors qu'il existe plusieurs normes de la CEI qui traitent des différentes parties du CIM, un seul modèle d'information unifié comprenant le CIM est derrière tous ces documents normatifs individuels.

La Commission Électrotechnique Internationale (CEI) attire l'attention sur le fait qu'il est déclaré que la conformité avec les dispositions du présent document peut impliquer l'utilisation d'un brevet concernant une mise en œuvre gérée par ordinateur d'un modèle de système de puissance orienté objet dans une base de données relationnelle. À ce titre, elle n'est en conflit avec le développement d'aucun modèle logique de système de puissance incluant le Modèle d'information commun (CIM), lorsque la mise en œuvre du modèle n'est pas définie.

La CEI ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à la portée de ces droits de propriété.

Le détenteur de ces droits de propriété a donné l'assurance à la CEI qu'il consent à négocier des licences avec des demandeurs du monde entier, soit sans frais soit à des termes et conditions raisonnables et non discriminatoires. À ce propos, la déclaration du détenteur des droits de propriété est enregistrée à la CEI. Des informations peuvent être demandées à:

ICL
Wenlock Way
West Gorton
Manchester
M12 5DR
Royaume-Uni (U.K.)

L'attention est d'autre part attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété autres que ceux qui ont été mentionnés ci-dessus. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de l'identification de ces droits de propriété en tout ou partie.

L'ISO (www.iso.org/patents) et la CEI (<http://patents.iec.ch>) maintiennent des bases de données, consultables en ligne, des droits de propriété pertinents à leurs normes. Les utilisateurs sont encouragés à consulter ces bases de données pour obtenir l'information la plus récente concernant les droits de propriété.

INTERFACE DE PROGRAMMATION D'APPLICATION POUR SYSTÈME DE GESTION D'ÉNERGIE (EMS-API) –

Partie 301: Base de modèle d'information commun (CIM)

1 Domaine d'application

La présente partie de la CEI 61970 traite du modèle d'information commun (CIM), un modèle abstrait qui représente tous les objets principaux d'une entreprise de service public de distribution d'électricité habituellement impliqués dans les opérations de l'entreprise.

Les classes d'objets représentées dans le CIM sont de nature abstraite et peuvent être utilisées dans une large gamme d'applications. L'utilisation du CIM n'est pas limitée à son application dans un EMS. Il convient que cette norme soit comprise comme un outil permettant l'intégration dans tout domaine où un modèle commun de réseau est nécessaire pour faciliter l'interopérabilité et la compatibilité de connexion entre des applications et des systèmes indépendants de toute mise en œuvre particulière.

En fournissant une façon normalisée de représenter des ressources de réseaux électriques comme classes et attributs d'objets ainsi que leurs relations, le CIM facilite l'intégration des applications de système de gestion de l'énergie (EMS) développées de façon indépendante par différents fournisseurs, entre des systèmes EMS complets développés de façon indépendante ou entre un système EMS et d'autres systèmes concernés par différents aspects des opérations d'un réseau électrique tels que la gestion de la production ou de la distribution. Le système SCADA (supervisory control and data acquisition) est modélisé dans toute la mesure nécessaire pour prendre en charge la simulation des systèmes énergétiques et la communication entre des centres de commande. Le CIM facilite l'intégration en définissant un langage commun (une sémantique) fondé sur le modèle CIM pour permettre à ces applications ou systèmes d'accéder aux données publiques et d'échanger des informations indépendamment de la représentation interne de ces informations.

À cause de la taille du CIM complet, les classes objet qui le composent sont regroupées en un certain nombre de Paquetages logiques, qui représentent chacun une certaine partie du système électrique modélisé. Les collections de ces Paquetages sont fournies progressivement sous forme de Normes internationales distinctes. La présente Norme internationale particulière spécifie un ensemble de Base de paquetages qui offrent une vue logique sur les aspects fonctionnels des informations relatives à un Système de Gestion de l'Énergie (EMS) d'une entreprise de service public de distribution d'électricité qui sont partagées par toutes les applications. D'autres normes spécifient des aspects plus spécifiques du modèle qui ne sont nécessaires qu'à certaines applications. Le Paragraphe 4.2 ci-dessous définit le découpage actuel des paquetages dans les documents normatifs.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités en référence de manière normative, en intégralité ou en partie, dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

CEI 61850-7-4, *Communication networks and systems for power utility automation – Part 7-4: Basic communication structure – Compatible logical node classes and data object classes* (disponible en anglais seulement)

CEI 61970-2, *Energy management system application program interface (EMS-API) – Part 2: Glossary* (disponible en anglais seulement)

ISO 8601, *Éléments de données et formats d'échange – Échange d'information – Représentation de la date et de l'heure*