



Protocoles de communication et interopérabilité

Frédéric Camps
fcamps@laas.fr

Agenda

Interopérabilité des systèmes, notion de M2M

- Notion d'interopérabilité des systèmes,
- Architecture interopérable
- WoT Thing Description,
- Les standards M2M en Europe, USA, Asiatique,
- Présentation du standard ETSI, projet Européen,
- Critère de choix pour une plateforme M2M,
- M2M légers pour l'embarqué – OPC UA.

Introduction

- Les technologies IoT sont multiples et parfois complexes:
 - Infrastructures réseaux,
 - Protocoles de données,
 - Format des données,
 - Sécurité,
 - Cas d'utilisation ...
- Comment échanger des données entre les systèmes sans passer par des serveurs, comportement local ?
- Comment utiliser les fonctionnalités des systèmes ?
- Comment connaître les données et leur format pour interopérer ?
- Comment agir avec des milliers de systèmes ?

Notion d'interopérabilité des systèmes / Motivation 1 :

- Permettre l'interopérabilité des systèmes,
- Communication de machine à machine sans intervention humaine,
- Les systèmes étant de plus en plus complexes, de nombreux cas d'usage ne sont pas adaptables ou nécessitent une logistique complexe qui pourrait être directement dédiée aux IoT,
- Fournir une infrastructure d'intégration à grande et à petite échelle.

Notion d'interopérabilité des systèmes / Motivation 2 :

- Standardisation des accès aux données,
- Définir des infrastructures standards,
- Définir des modèles de développement.

Notion d'interopérabilité des systèmes / Motivation 3 :

- Permettre aux développeurs d'applications de **se concentrer sur la fonctionnalité** (tâche non inférieure : routage, authentification ...),
- Permettre à n'importe quelle application de **lire ou de contrôler n'importe quel capteur**, sous le contrôle d'un cadre de sécurité horizontal,
- Fournir un service basé sur le réseau, tel que la **publication de données** et l'abonnement.

Notion d'interopérabilité des systèmes / Motivation 4 :

- **Fiabilité** par:
 - Robustesse et tolérance aux pannes,
 - Redondance,
- **Indépendance de la plate-forme**,
- Internet et pare-feux,
- Sécurité et contrôle d'accès...

Architecture interopérable / M2M (Machine To Machine)

“Le Machine to Machine ou M2M est la combinaison des **technologies de l’information et de la communication (TIC)**, avec des objets intelligents et communicants, permettant à ces derniers d’**interagir entre eux sans intervention humaine**”

- Utilise les télécommunications et l'informatique pour permettre la **communication entre machines** (sans humain),
- Une communication d'une machine ou d'un réseau de machines vers un serveur,
- **Demandes de données** contenues dans l'appareil ou capable de transmettre des données ...

Architecture interopérable / M2M (Machine To Machine)

- **Indépendance de la plate-forme** : d'un microcontrôleur intégré à une infrastructure basée sur le cloud,
- **Sécurisé** : cryptage, authentification et audit,
- **Extensible** : possibilité d'ajouter de nouvelles fonctionnalités sans affecter les applications existantes,
- **Modélisation** complète des informations : pour définir des informations complexes.

Architecture interopérable / M2M (Machine To Machine)

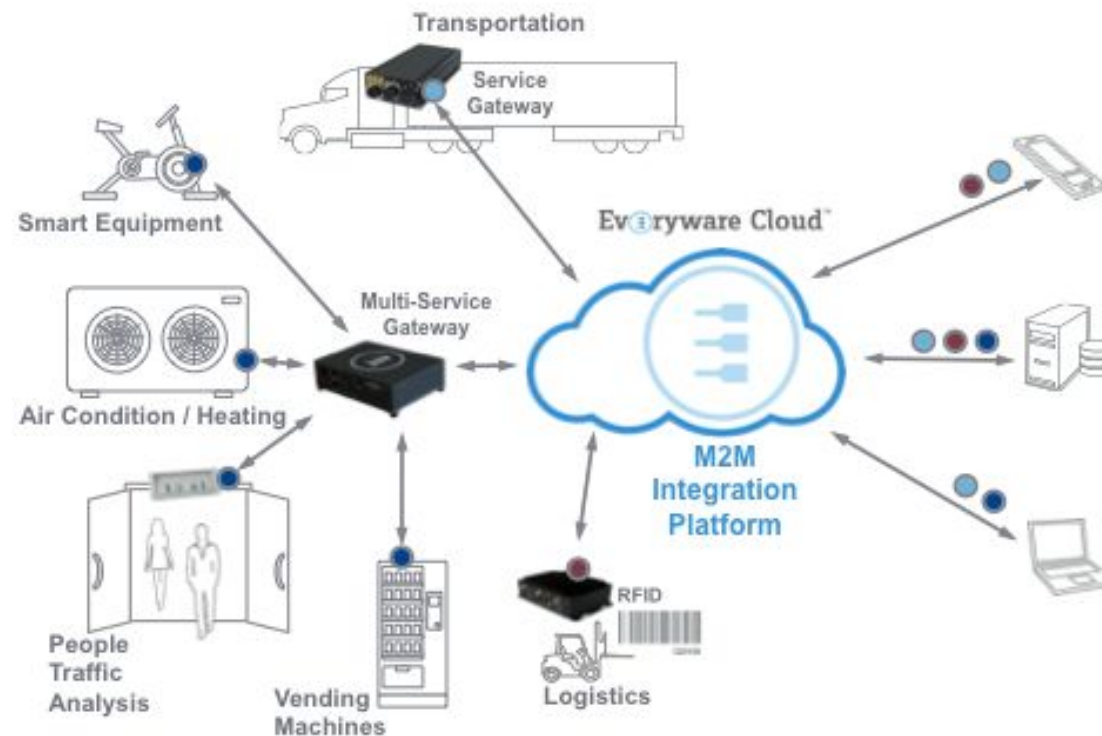
On compare souvent le M2M à la plomberie de l'IoT



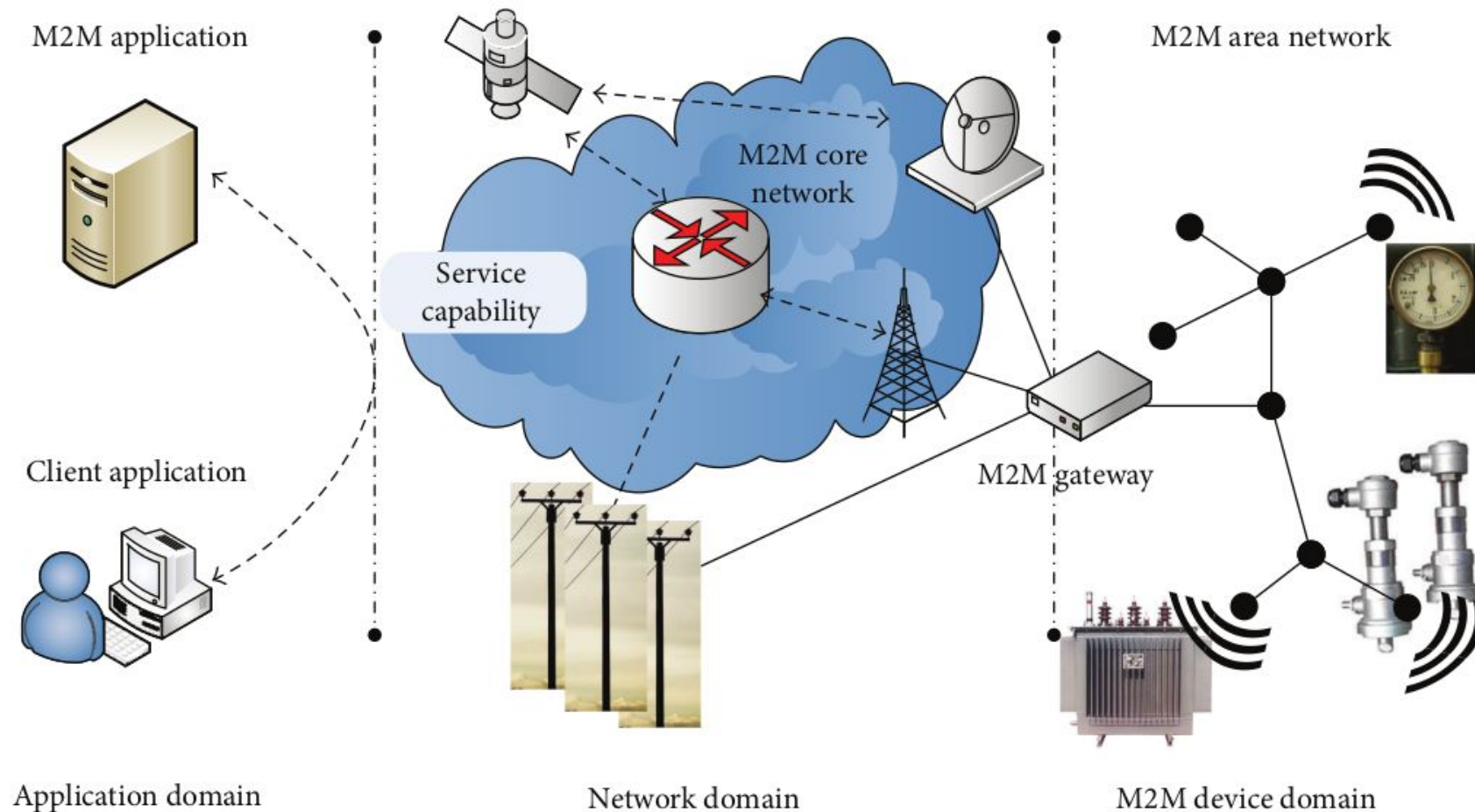
Architecture interopérable / M2M (Machine To Machine)

La plateforme M2M agit comme un concentrateur de nombreuses technologies.

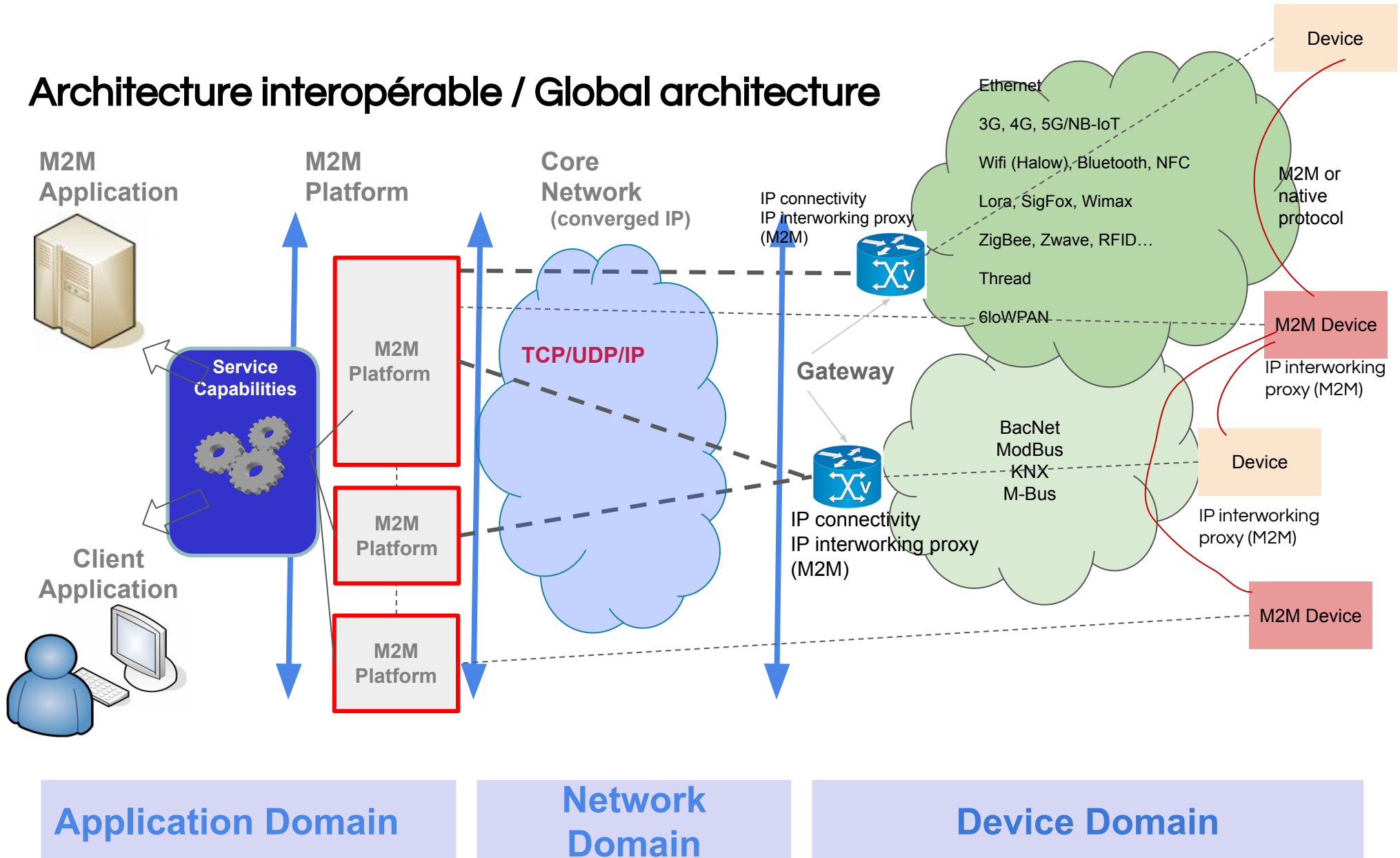
- Le M2M est un support pour l'IoT en tant que **couche bas niveau**,
- La **plate-forme IoT** peut utiliser le support M2M.



Architecture interopérable / Global architecture



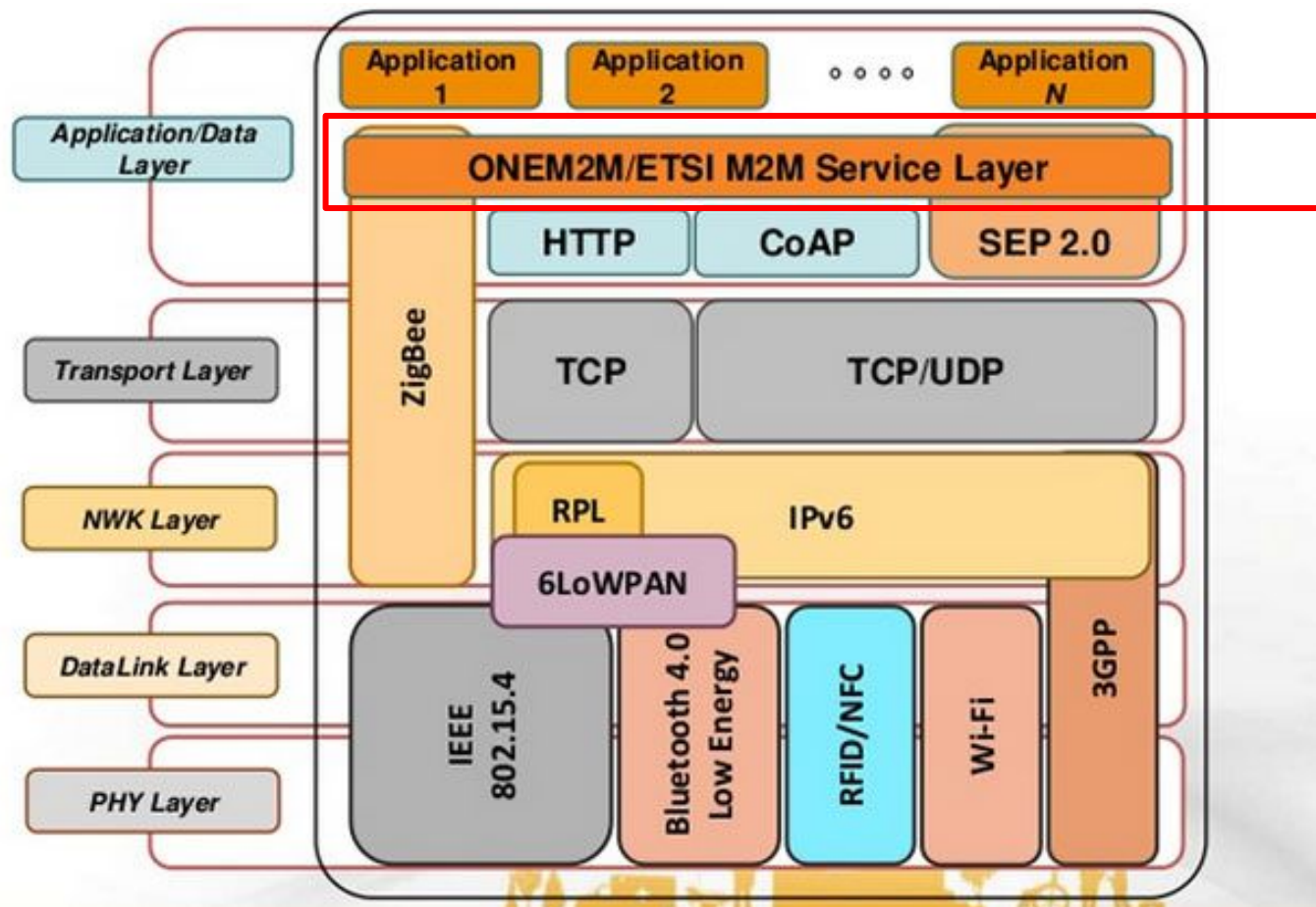
Architecture interopérable / Global architecture



Graphic: Sensinode: Zach Shelby:

<http://www.slideshare.net/zdshelby/standards-drive-the-internet-of-things>

Architecture interopérable / Global architecture



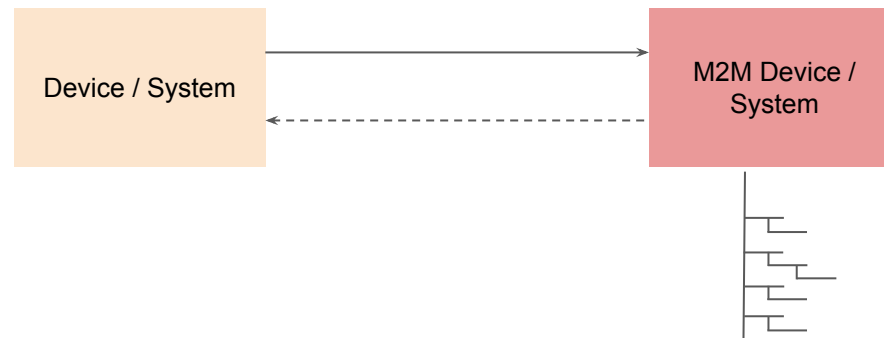
Architecture interopérable / Global architecture

Qu'est ce que la norme M2M n'offre pas ?

- Les standards M2M ne sont **pas toujours compatibles entre eux**, mais peuvent proposer des passerelles (représentation des données, architecture...),
- Tous les protocoles de transport ne sont pas tous pris en compte, cela dépend de l'implémentation,
- Un standard peut avoir **plusieurs implémentations différentes** avec des niveaux d'intégration plus ou moins aboutis,
- Il existe des **implémentations spécifiques** à certains environnements (électronique industrielle, temps réel...)...

Architecture interopérable / Configuration 1

Récupérez les informations système et la configuration d'un appareil standard vers un appareil M2M. Cette configuration permet une communication limitée pour récupérer des informations de base.



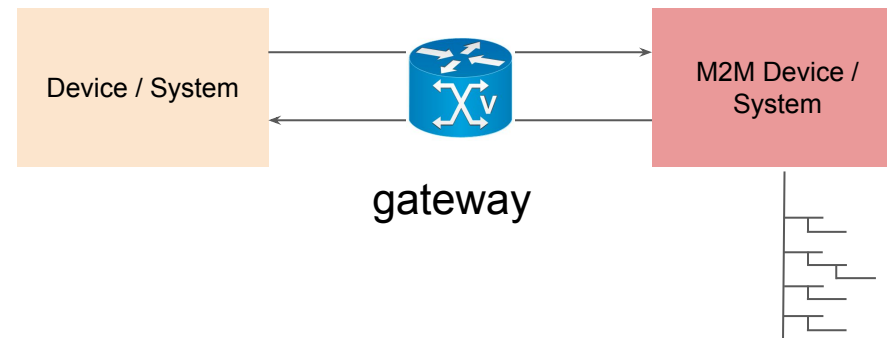
Architecture interopérable / Configuration 2

Protocole d'échange M2M entre les équipements M2M.



Architecture interopérable / Configuration 3

Échange M2M entre équipements via une passerelle, car l'appareil/le système n'est pas compatible M2M.

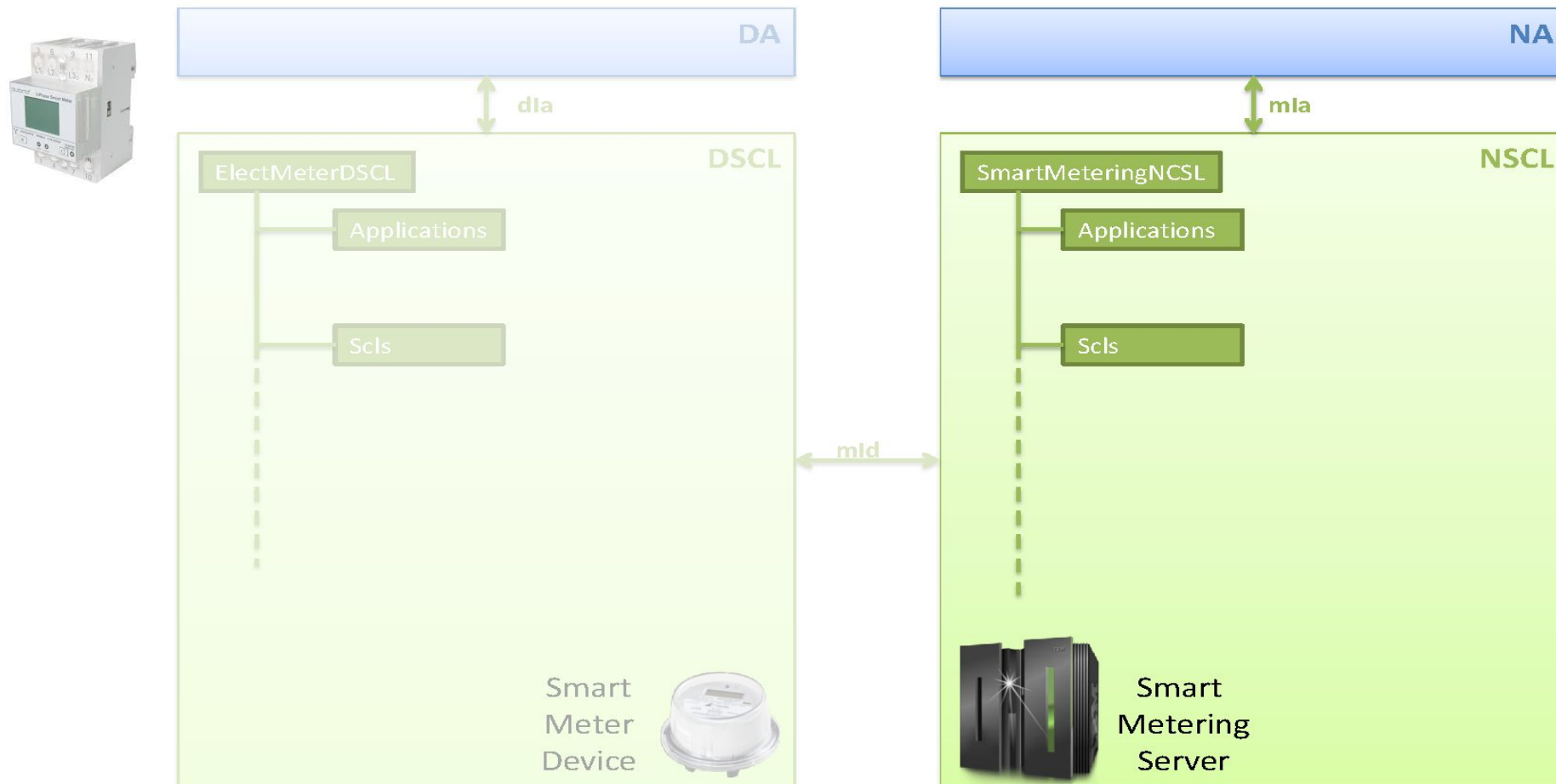


Architecture interopérable / Exemple 1

DA: Device Application

M2M smart Metering Example 1

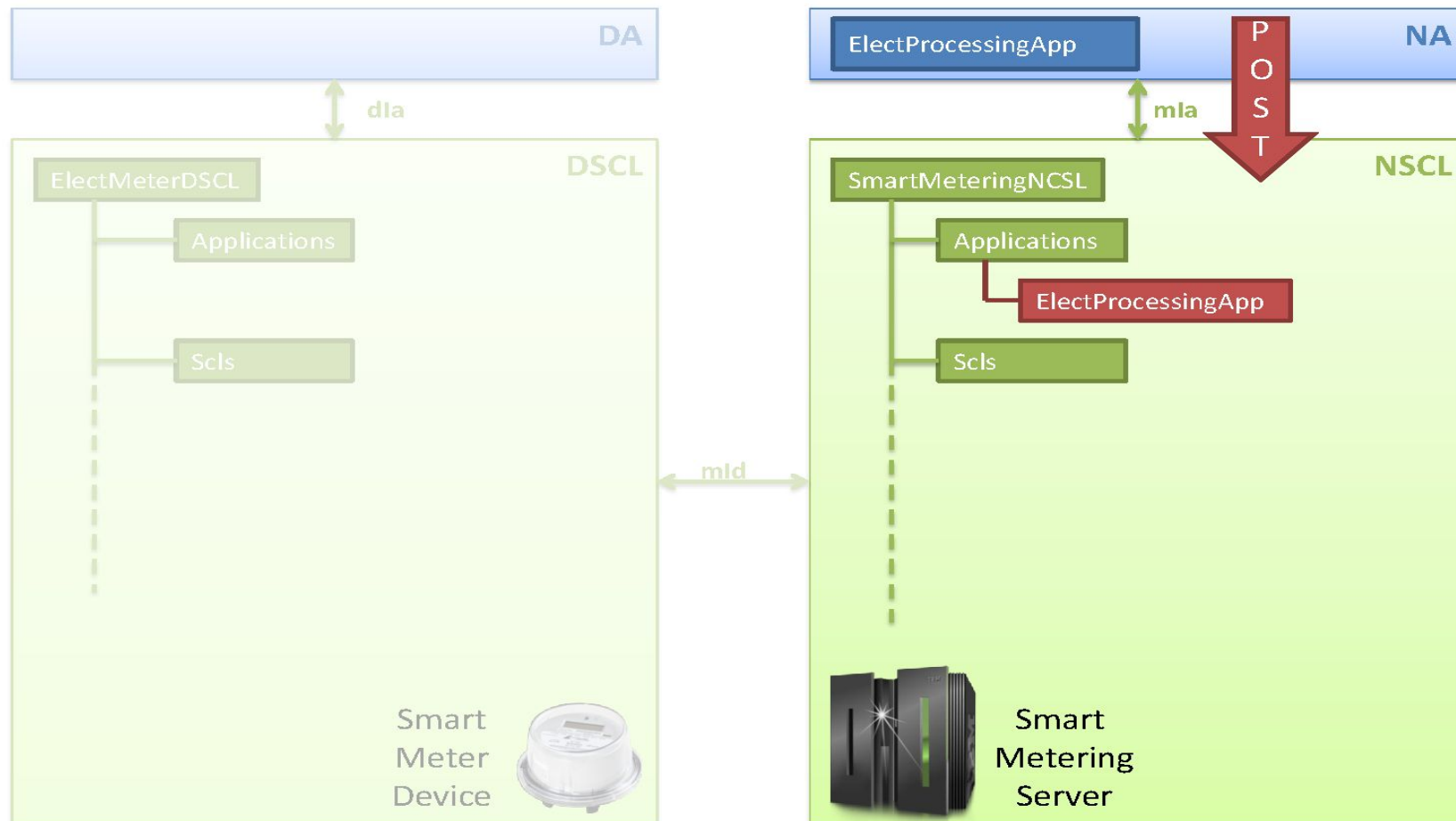
NA: Network Application



A representation of the NSCL and DSCL along with their corresponding resource structure.

Architecture interopérable / Exemple 1

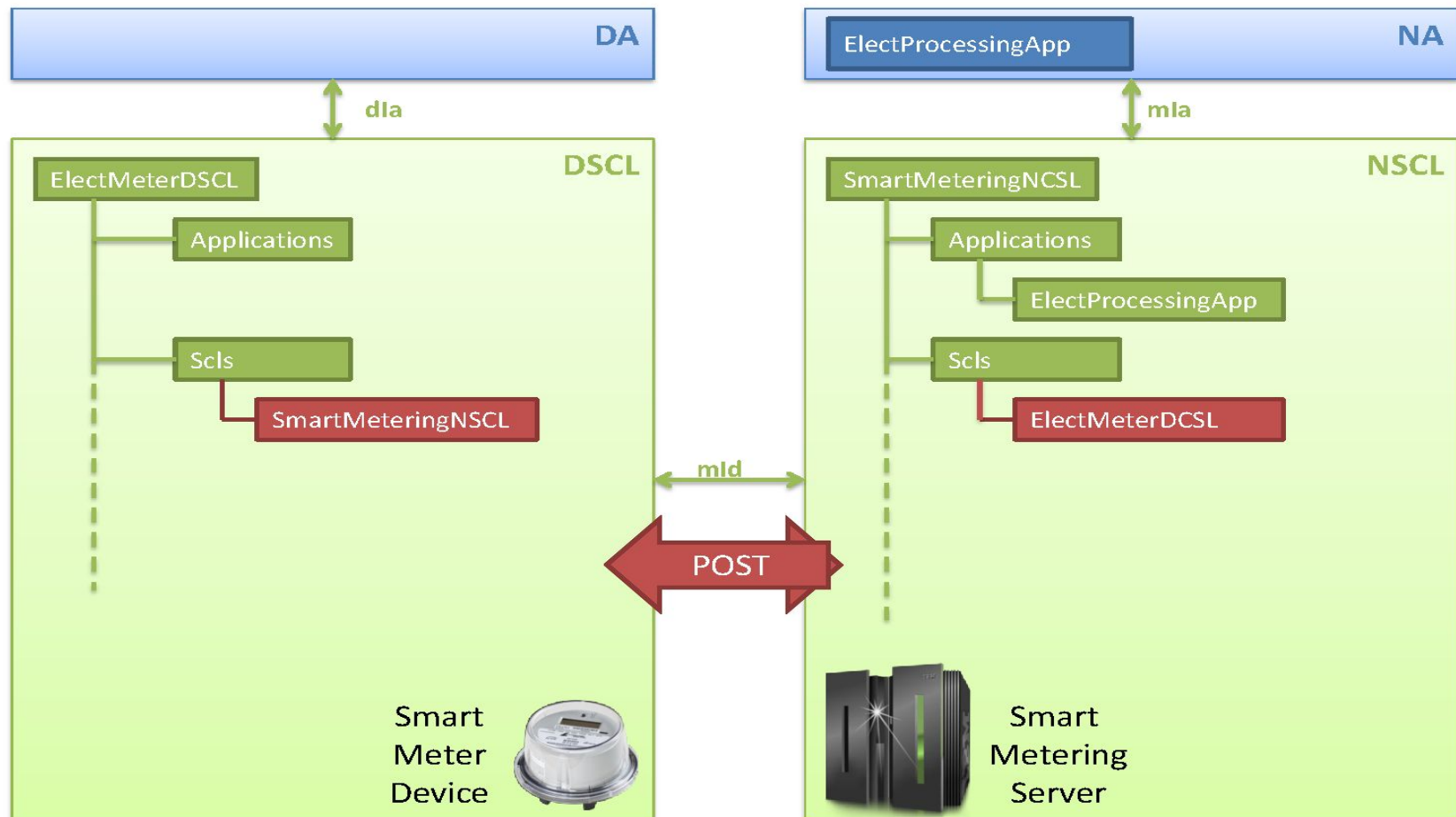
M2M smart Metering Example 1



Step 1- Network Application Registers to the NSCL

Architecture interopérable / Exemple 1

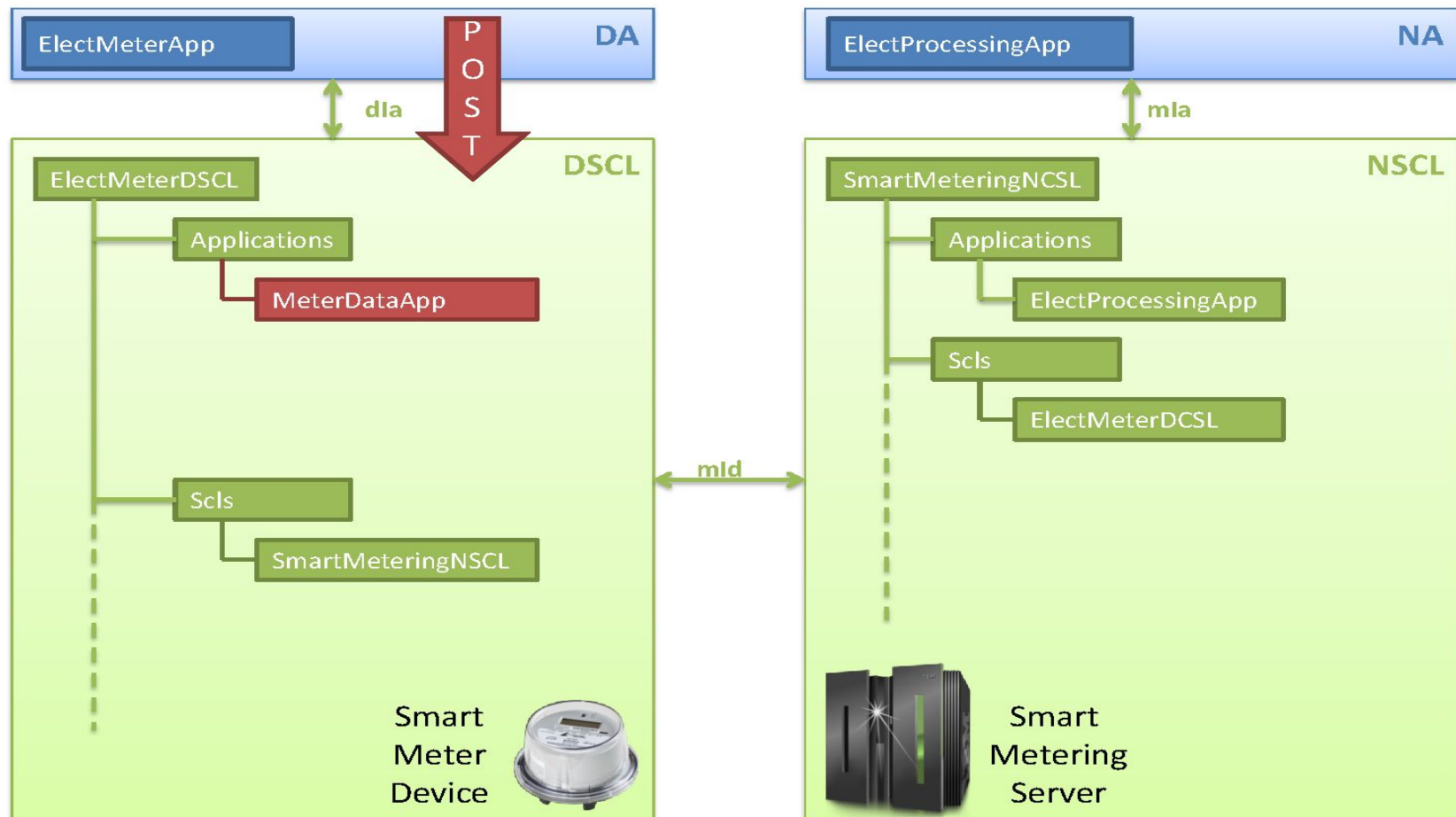
M2M smart Metering Example 1



Step 3- The Smart Meter Registers to the NSCL

Architecture interopérable / Exemple 1

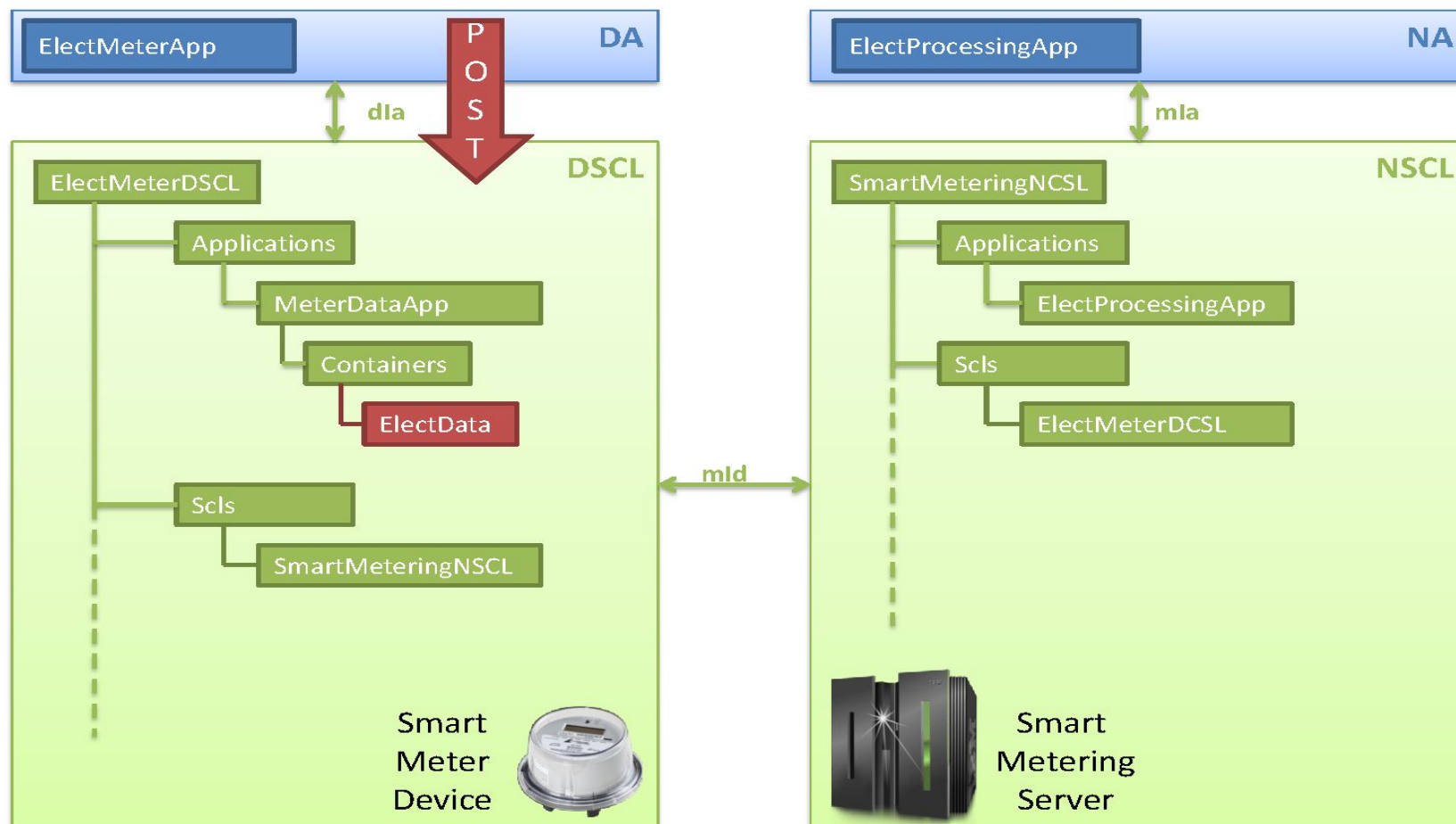
M2M smart Metering Example 1



Step 3- Device Application Registers to the DSCL

Architecture interopérable / Exemple 1

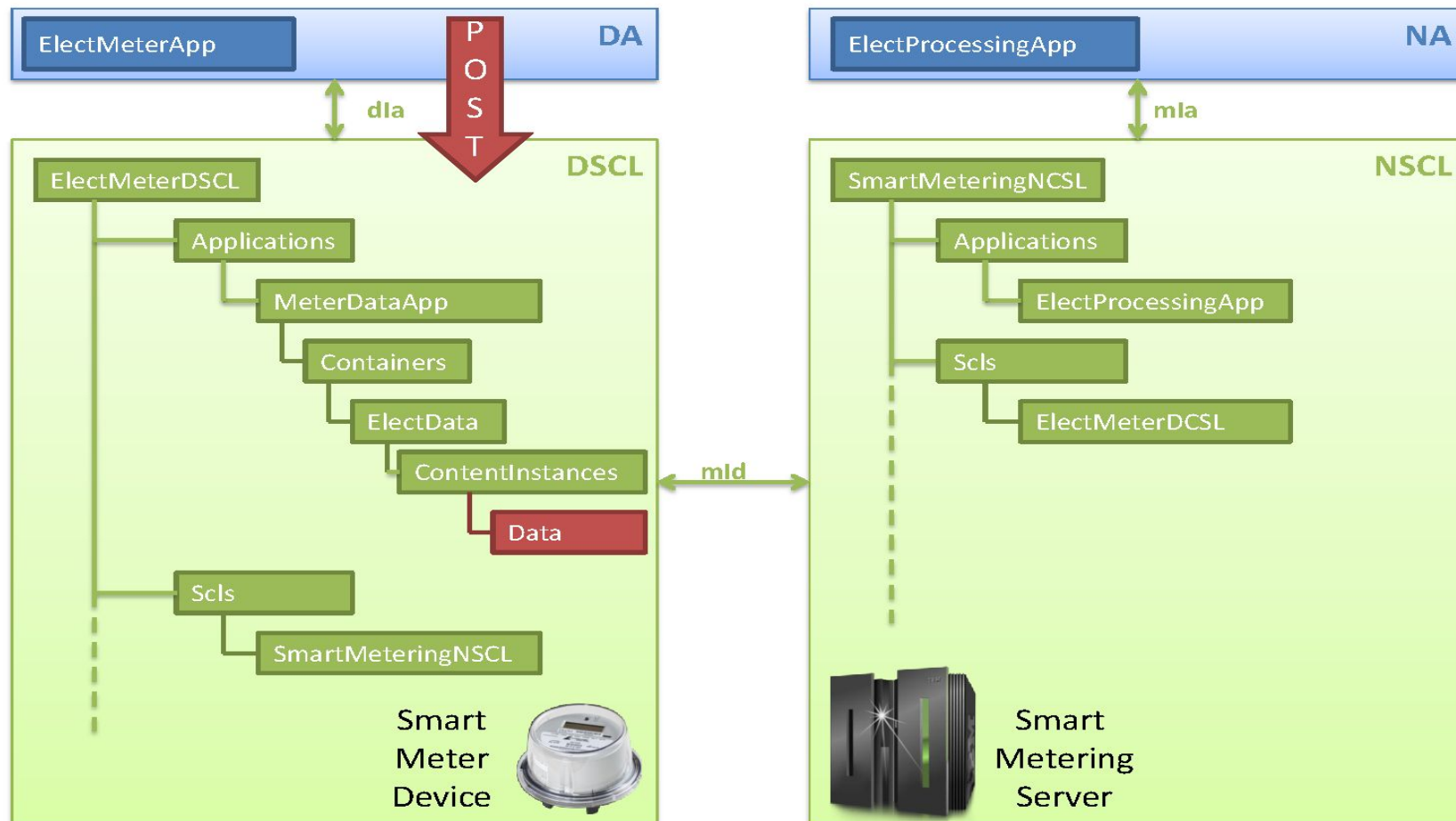
M2M smart Metering Example 1



Step 4- Device Application Creates An ElectData container

Architecture interopérable / Exemple 1

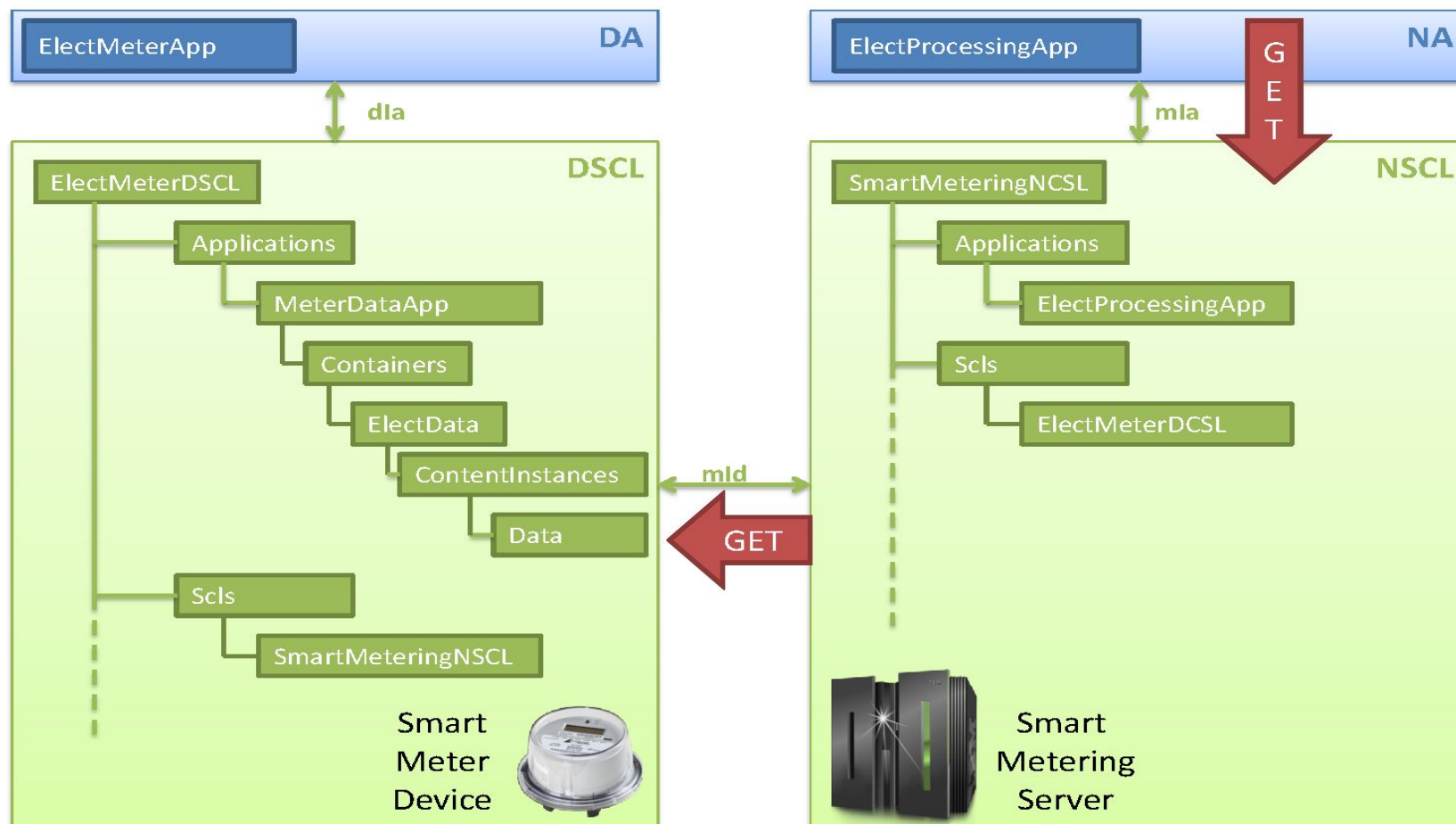
M2M smart Metering Example 1



Step 5- Device Application Creates a Data contentInstance

Architecture interopérable / Exemple 1

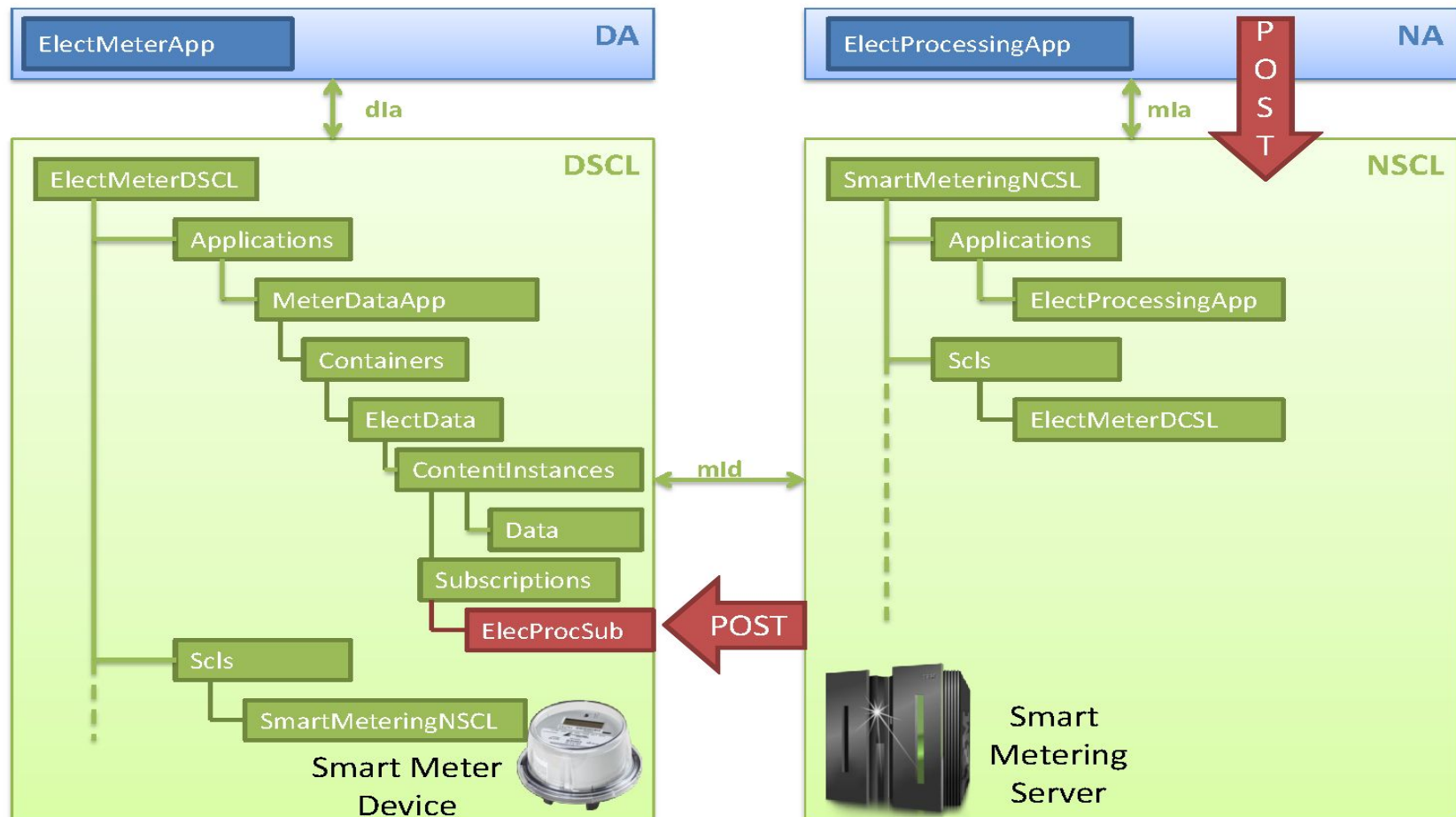
M2M smart Metering Example 1



Step 5- Network Application Read Data content Instance

Architecture interopérable / Exemple 1

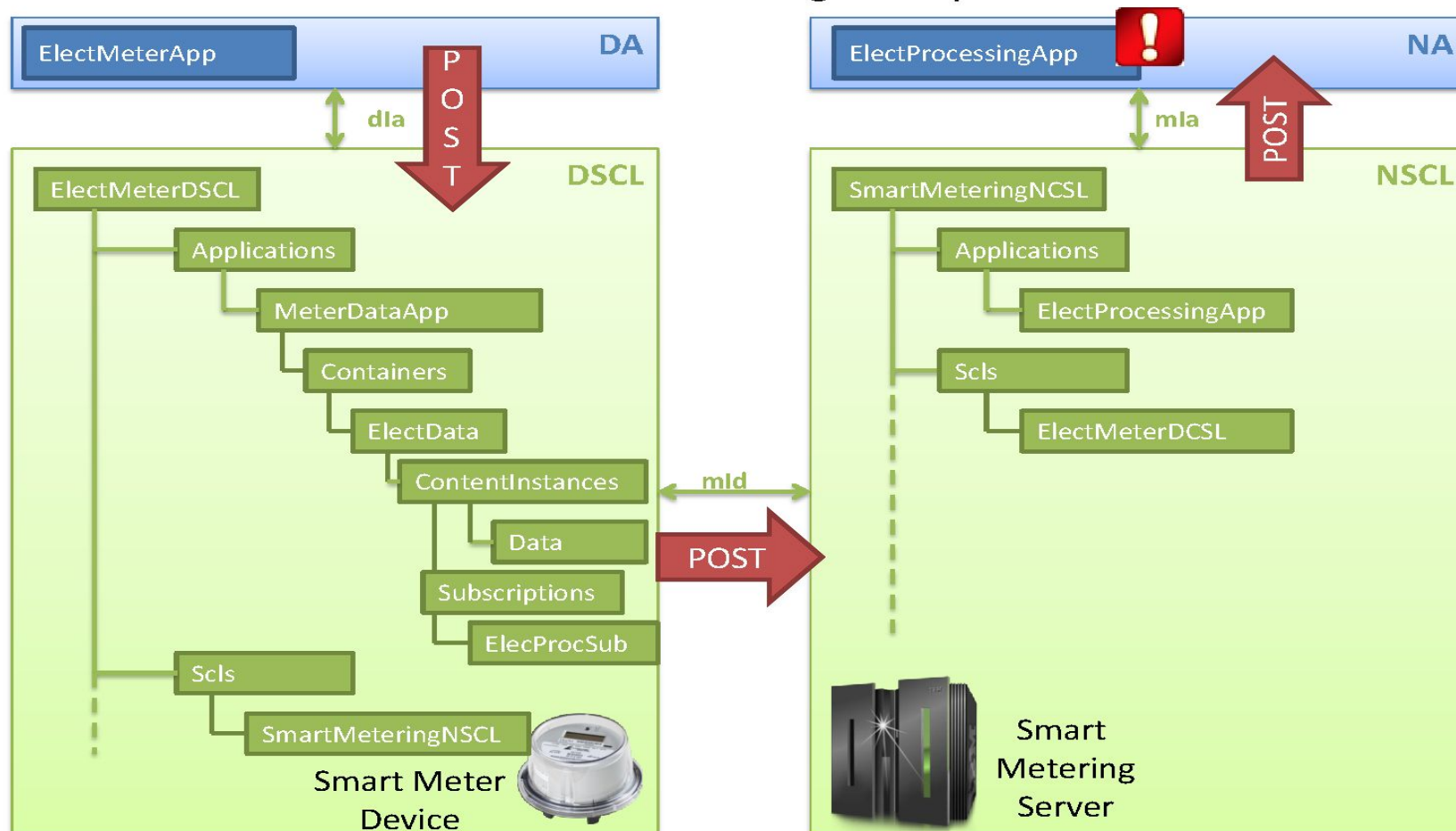
M2M smart Metering Example 1



Step 5'- Network Application Create Subscription on ElectData contentInstances

Architecture interopérable / Exemple 1

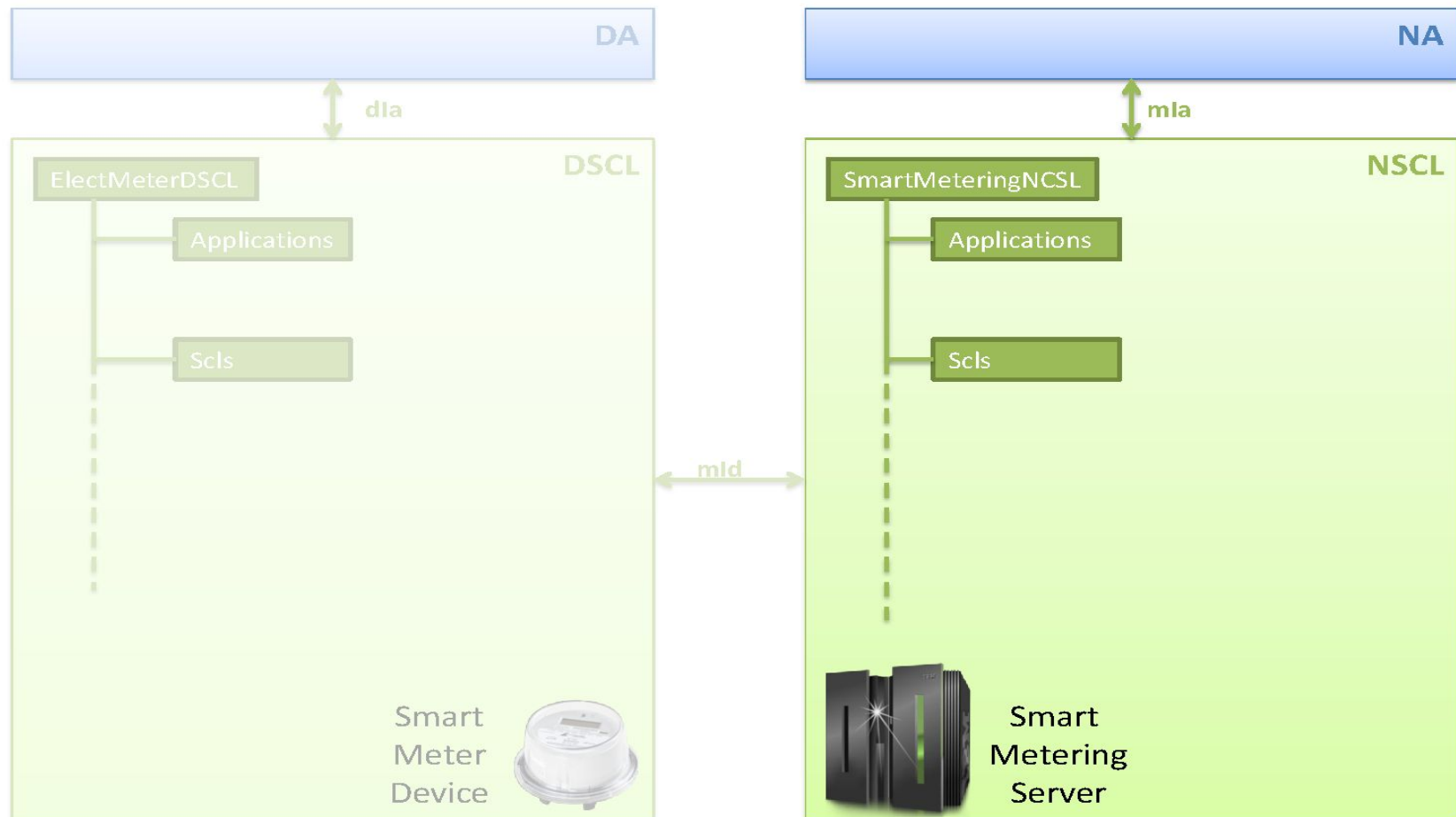
M2M smart Metering Example 1



Step 6'- Network Application receives notification

Architecture interopérable / Exemple 2

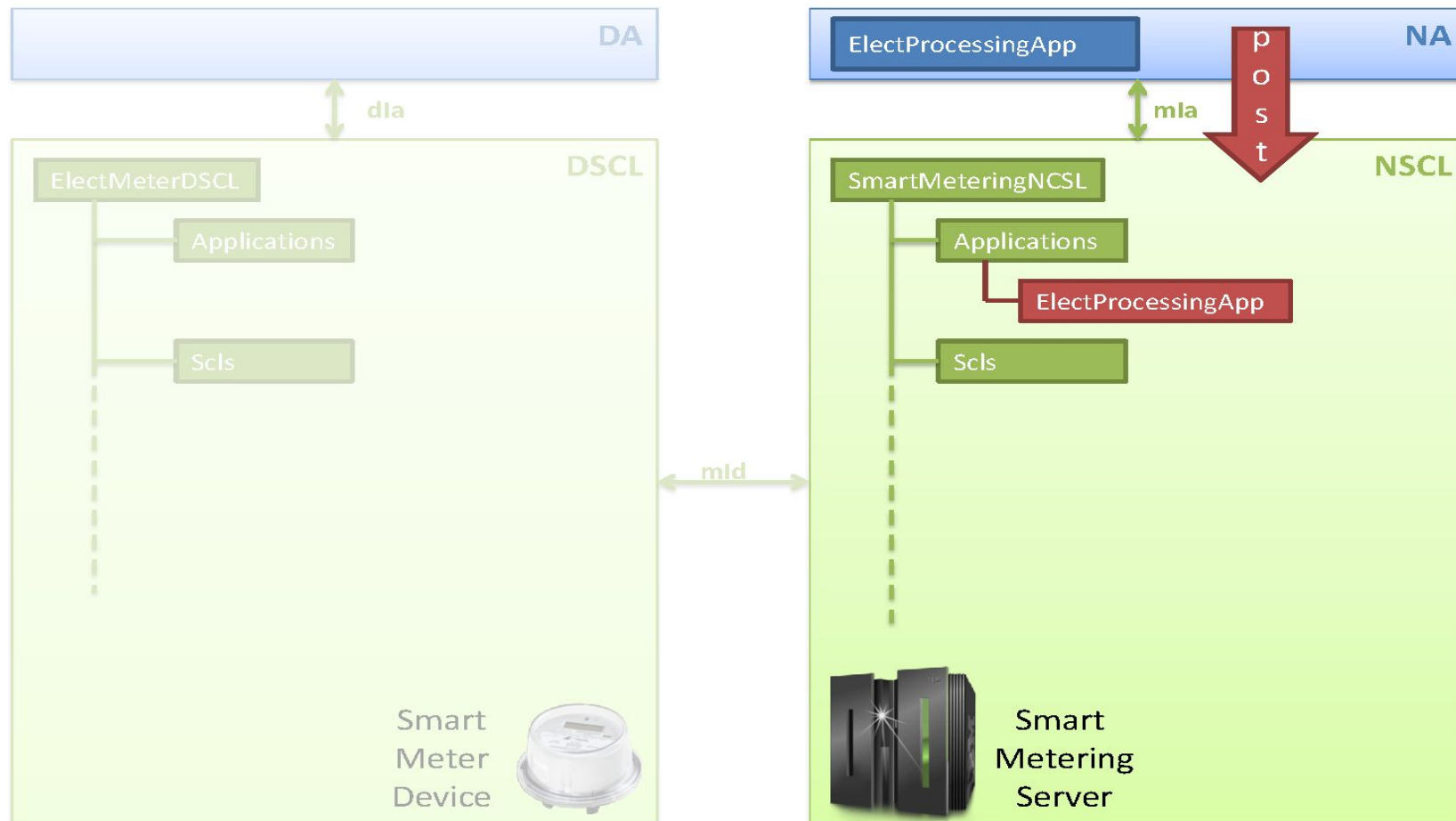
M2M smart Metering Example 2



A representation of the NSCL and DSCL along with their corresponding resource structure.

Architecture interopérable / Exemple 2

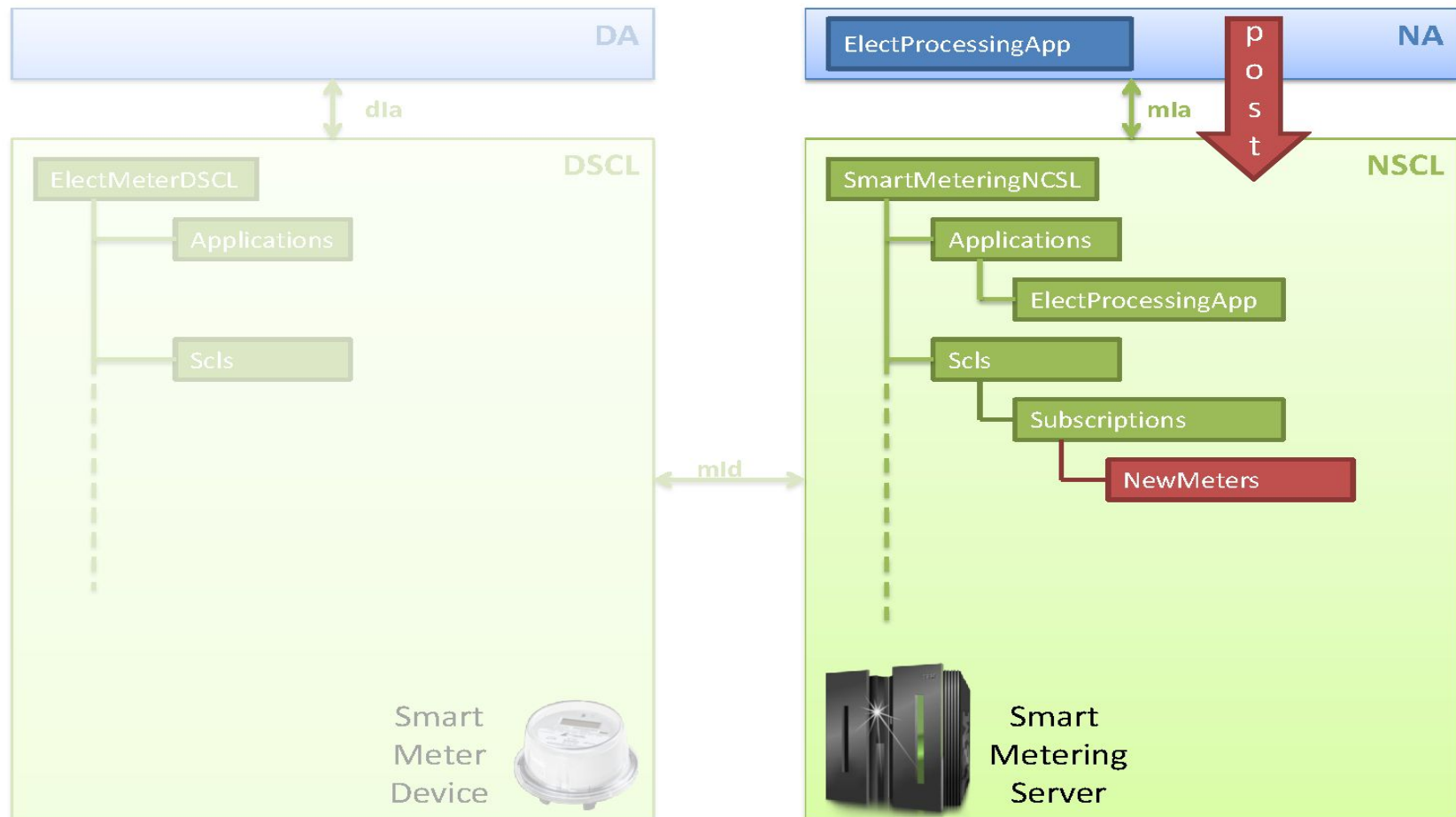
M2M smart Metering Example 2



Step 1- Network Application Registration to the NSCL

Architecture interopérable / Exemple 2

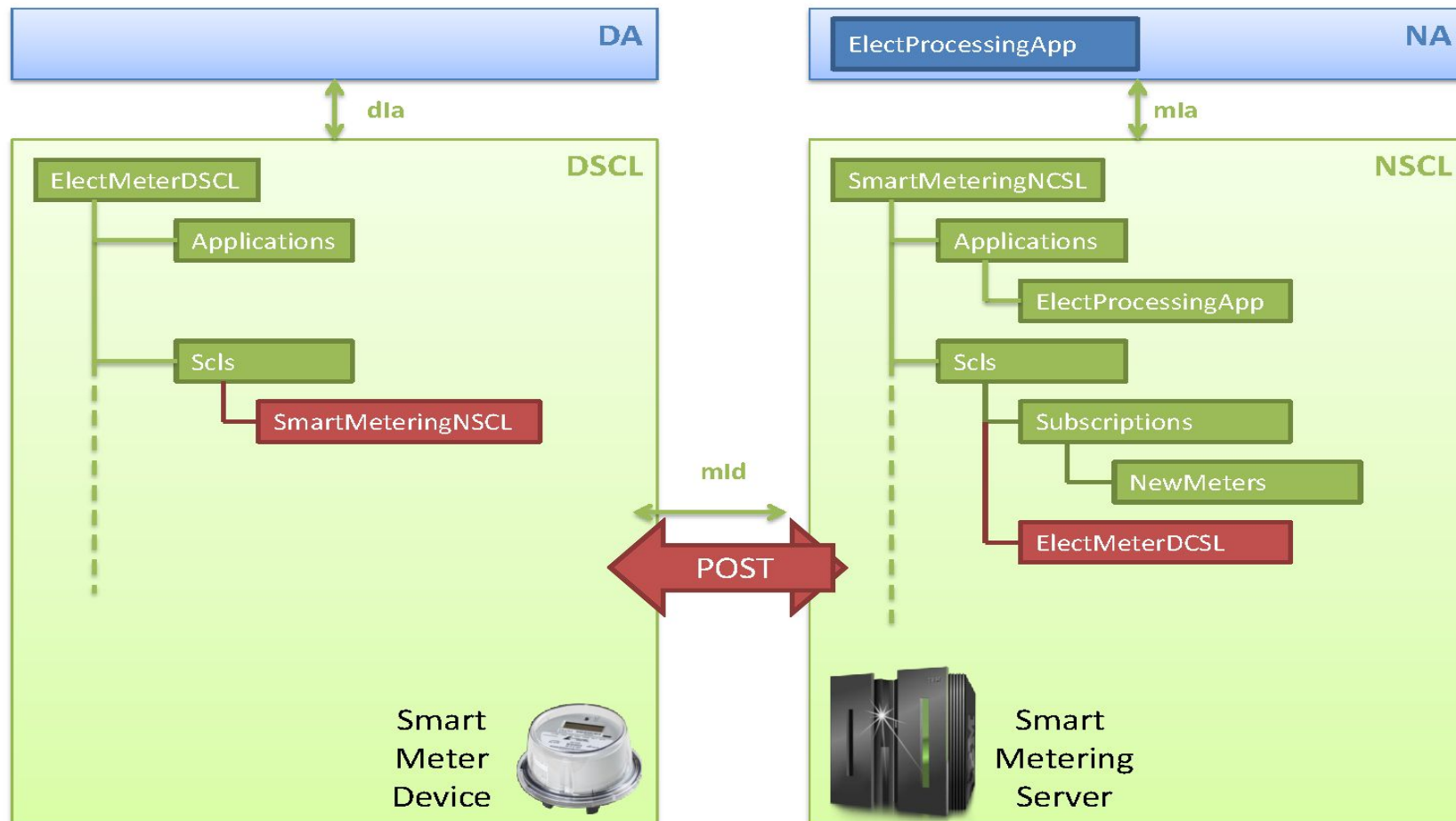
M2M smart Metering Example 2



Step2- NA Subscribes for Registering Smart Meters

Architecture interopérable / Exemple 2

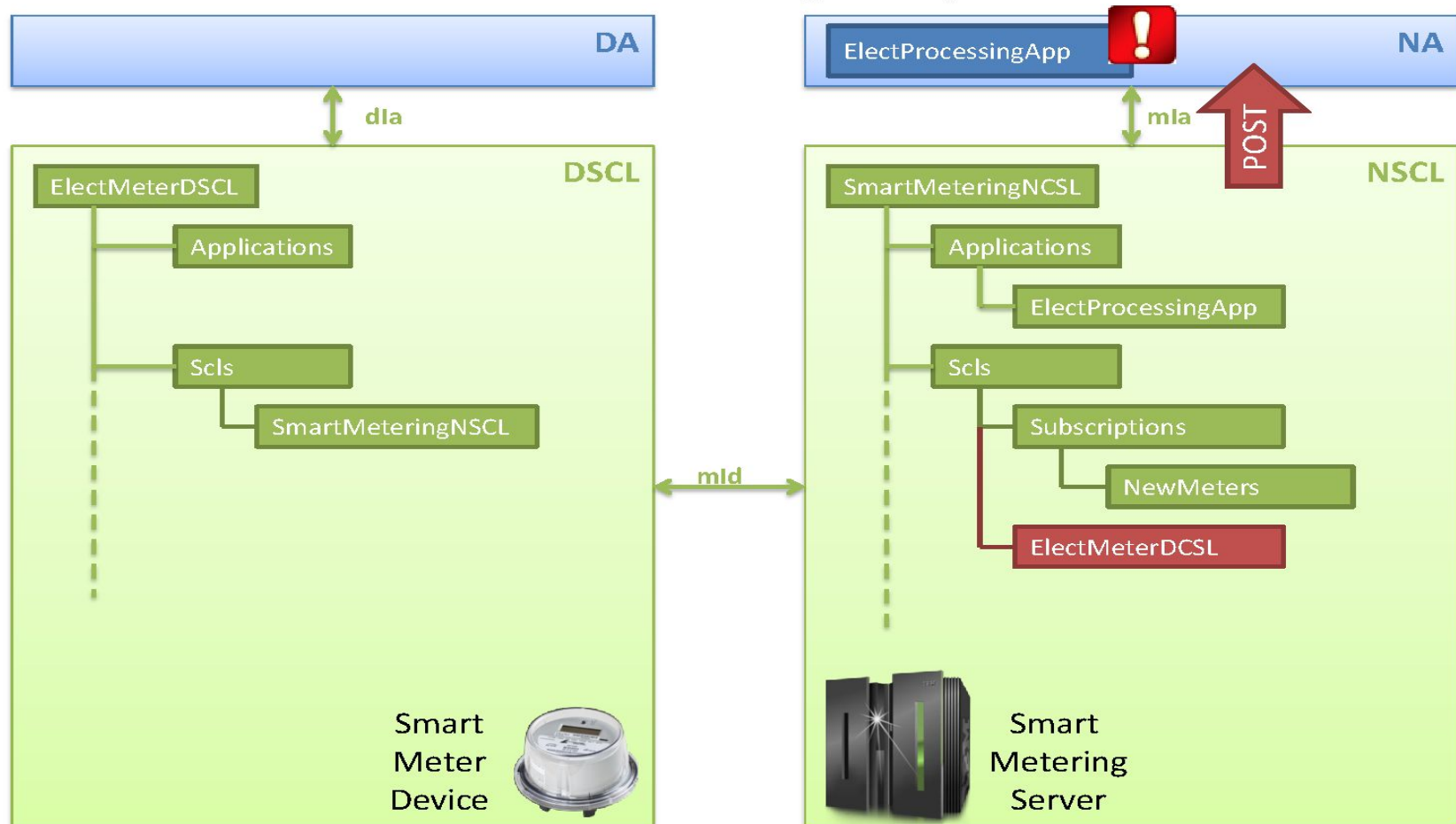
M2M smart Metering Example 2



Step 3- The Smart Meter Registers to the NSCL

Architecture interopérable / Exemple 2

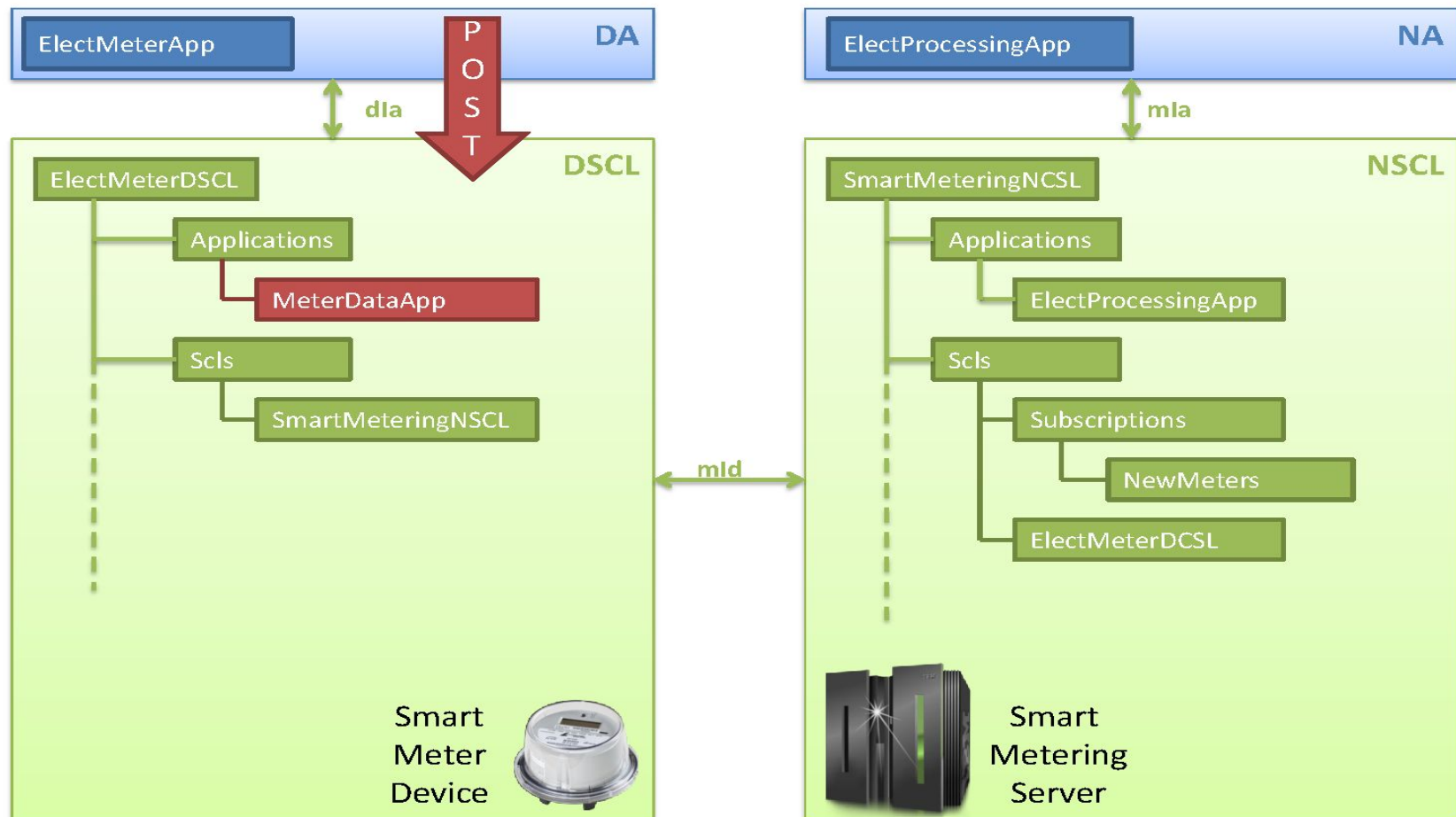
M2M smart Metering Example 2



Step 4- Notifying the Network Application about a Registered Smart Meter

Architecture interopérable / Exemple 2

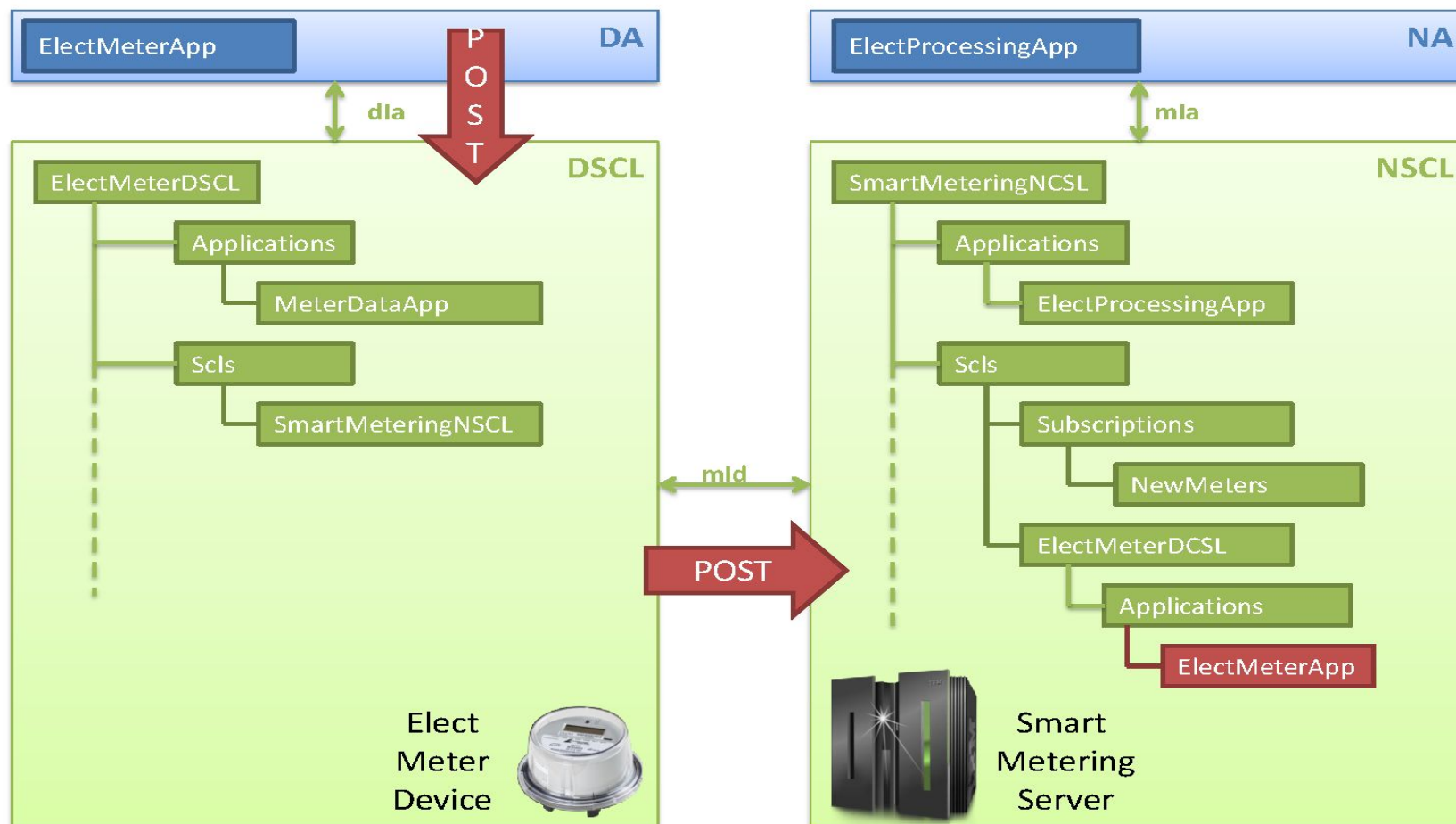
M2M smart Metering Example 2



Step 5- Device Application Registration to the DSCL

Architecture interopérable / Exemple 2

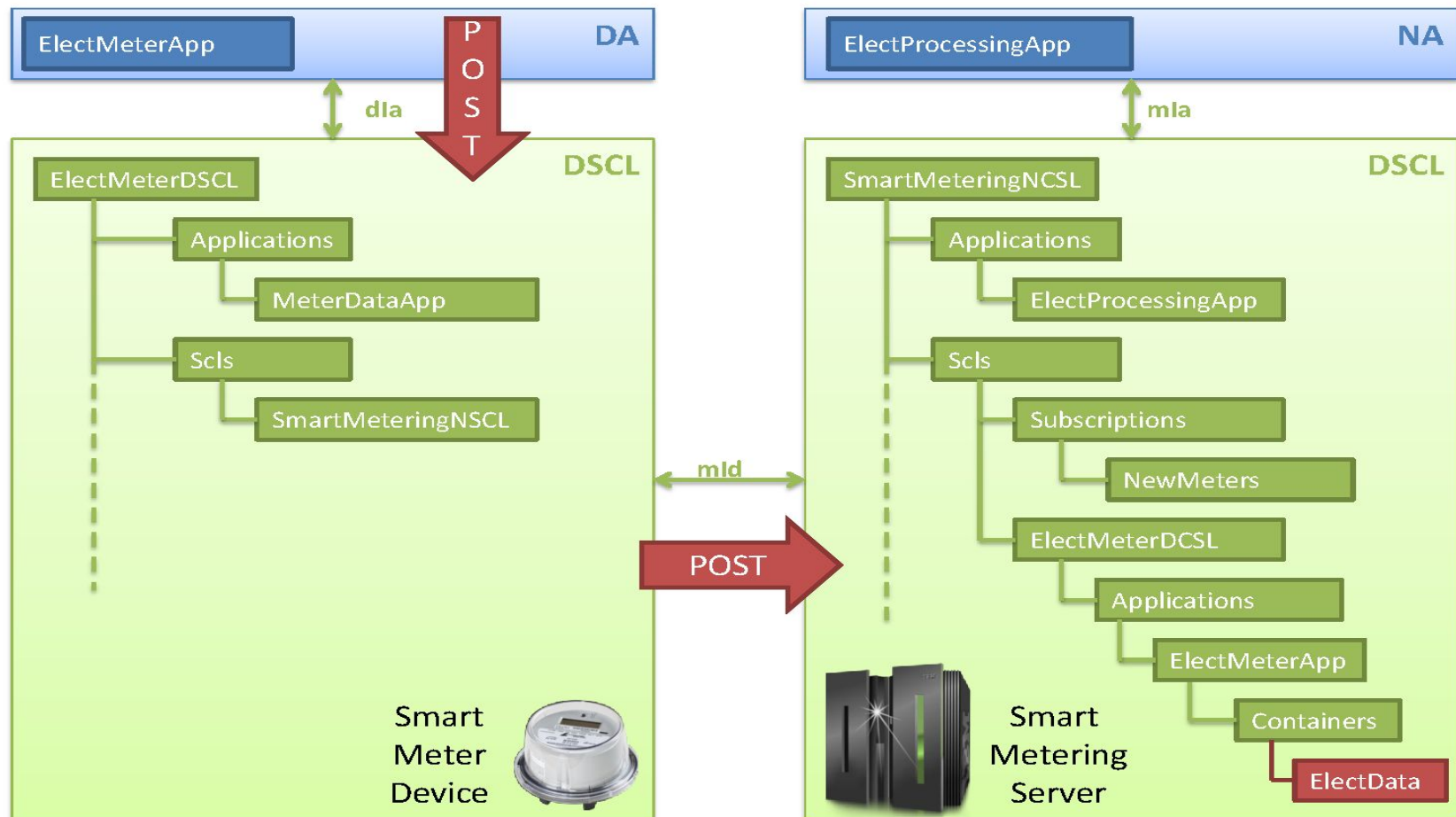
M2M smart Metering Example 2



Step 6- Announcing a Registered DA to the NSCL

Architecture interopérable / Exemple 2

M2M smart Metering Example 2



Step 7- Reporting Meter Data through the Use of Container Resource

LwM2M / OPC UA

- La solution OneM2M est possible sur de grand système,
- Certains équipements industriels nécessitent un système M2M très léger,
- Le comportement M2M léger devrait être similaire aux grands systèmes,
- Interopérabilité avec d'autres systèmes M2M.

https://www.openmobilealliance.org/release/LightweightM2M/V1_2_1-20221209-A/

<https://lwm2m.openmobilealliance.org/>

<https://technical.openmobilealliance.org/OMNA/LwM2M/LwM2MRegistry.html>

LwM2M / Norme OMA



- Spécification du protocole,
- Formatage et nommage des objets,
- Séquence du protocol ...

<https://technical.openmobilealliance.org/OMNA/LwM2M/LwM2MRegistry.html>

<https://raw.githubusercontent.com/OpenMobileAlliance/lwm2m-registry/prod/10311.xml>

https://github.com/OpenMobileAlliance/OMA_LwM2M_for_Developers/wiki

https://openmobilealliance.org/release/LightweightM2M/Lightweight_Machine_to_Machine-v1_1-OMASpecworks.pdf

LwM2M / Norme OMA

- Définition des objets, exemple:

urn:oma:lwm2m:x:10311:1.1 10311 10311 **Solar Radiation**

```
<ObjectID>10311</ObjectID>
  <ObjectURN>urn:oma:lwm2m:x:10311:1.1</ObjectURN>
  <LWM2MVersion>1.0</LWM2MVersion>
  <ObjectVersion>1.1</ObjectVersion>
<MultipleInstances>Multiple</MultipleInstances>
<Mandatory>Optional</Mandatory>
<Resources>
  <Item ID="5601">
    <Name>Min Measured Value</Name>
    <Operations>R</Operations>
    <MultipleInstances>Single</MultipleInstances>
    <Mandatory>Optional</Mandatory>
    <Type>Float</Type>
    <RangeEnumeration></RangeEnumeration>
    <Units></Units>
    <Description>
      The minimum value measured by the sensor since power ON or reset.
    </Description>
  </Item>
```

<https://github.com/eclipse/wakaama>
<https://eclipse.dev/wakaama/>

OMA / wakaama M2M

- Client serveur en C,
- Mode console,
- Utilisation de CoAP,
- Mise en oeuvre facile.



<https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/>

WoT Web of Things Description

- **But:** Fournir une **description d'interface lisible** par l'homme et interprétable par la machine d'un appareil/objet IoT
- Thing Description est **un modèle d'information** avec un format de représentation des IoT,
- L'utilisation des descriptions d'objet permet de **réduire la complexité de l'intégration des appareils IoT** et de leurs capacités dans les applications IoT.

<https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/>

WoT Web of Things Description

- Le modèle d'interaction du W3C WoT définit trois types d'allocations d'interaction:
 - **Les propriétés** peuvent être utilisées pour détecter et contrôler des paramètres,
 - **Les actions** modélisent l'invocation de processus physiques,
 - **Les événements** sont utilisés pour le modèle de communication événementiel.

<https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/>
<https://iot.mozilla.org/wot/>

WoT Web of Things Description / Exemple de description

```
{
  "id": "https://mywebthingserver.com/things/switch",
  "title": "On/Off Switch",
  "description": "A web connected switch",
  "properties": {
    "on": {
      "title": "On/Off",
      "type": "boolean",
      "description": "Whether the lamp is turned on",
      "links": [{"href": "/things/switch/properties/on"}]
    }
  }
}
```

← **Interface de pilotage**

<https://www.w3.org/TR/wot-thing-description/>
<https://iot.mozilla.org/wot/>

WoT Web of Things Description / Exemple de description

REQUEST

GET <http://mythingserver.com/things/pi>
 Accept: application/json

RESPONSE

200 OK

```
{
  "id": "https://mywebthingserver.com/things/pi",
  "title": "WoT Pi",
  "description": "A WoT-connected Raspberry Pi",
  "properties": {
    "temperature": {
      "title": "Temperature",
      "type": "number",
      "unit": "degree celsius",
      "readOnly": true,
      "description": "An ambient temperature sensor",
      "links": [{"href": "/things/pi/properties/temperature"}]
    },
    "humidity": {
      "title": "Humidity",
      "type": "number",
      "unit": "percent",
      "readOnly": true,
      "links": [{"href": "/things/pi/properties/humidity"}]
    }
  }
}
```

← Interface de pilotage

← Interface de pilotage

<https://www.onem2m.org/>

<https://www.etsi.org/>

<https://technical.openmobilealliance.org/>

<https://www.iso.org/fr/standard/69466.html>

IEEE P2413 : <http://grouper.ieee.org/groups/2413/>

<http://grouper.ieee.org/groups/2413/Intro-to-IEEE-P2413.pdf>

Les standards M2M en Europe, USA, Asiatique

- **OPC UA** CEI 62541-4:2020 : International
- **OMA** : Open Mobile Alliance OMA-TS-LightweightM2M_Core-V1_1_1-20190617-A
- **OneM2M** ETSI : Europe
 - ETSI TS 102 689 V2.1.1
 - Application pour l'IoT:
 - Appareils intelligents
 - Réseaux intelligents et compteurs ...
- **ISO/IEC 20922:2016** M2M via MQTT
- **DIN SPEC 92222** : équipements de terrain et application multi-cloud basés sur OPC UA
- **IEEE P2413** : IoT et interaction M2M